

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN
MESTRADO EM DESIGN

NIVALDO SIMÕES GOMES

**PROPOSTA DE CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE FERRAMENTAS
DA DIMENSÃO AMBIENTAL DO DESIGN SUSTENTÁVEL**

CURITIBA

2011

NIVALDO SIMÕES GOMES

PROPOSTA DE CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE FERRAMENTAS DA
DIMENSÃO AMBIENTAL DO DESIGN SUSTENTÁVEL

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do grau de Mestre em Design, no
Programa de Pós-Graduação em Design, na área
de concentração Design de Produto, da
Universidade Federal do Paraná

Orientador: Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos

CURITIBA

2011

Catálogo na publicação
Sirlei do Rocio Gdulla – CRB 9ª/985
Biblioteca de Ciências Humanas e Educação - UFPR

Gomes, Nivaldo Simões

Proposta de critérios para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável / Nivaldo Simões Gomes.
– Curitiba, 2011.
174 f.

Orientador: Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos
Dissertação (Mestrado em Design) - Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Paraná.

1. Desenho (Projetos) – Desenvolvimento sustentável.
2. Produtos novos – Desenho (Projetos).
3. Projeto Amana.
4. Projeto EcoAgregado. I. Título.

CDD 745.2



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas Letras e Artes
Departamento de Design
Programa de Pós Graduação em Design | PPGDesign

TERMO DE APROVAÇÃO

Nivaldo Simões Gomes

“Proposta de critérios para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável”

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Design, no Programa de Pós-Graduação em Design, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal do Paraná.

Profª. Dra. Lia Krucken Pereira
Universidade do Estado de Minas Gerais
Examinadora externa

Prof. Dr. Adriano Hemann
Universidade Federal do Paraná
Examinador interno

Prof. Dr. Agivaldo dos Santos
Universidade Federal do Paraná
Presidente e examinador interno

Curitiba, 22 de fevereiro de 2011.

Profª. Dra. Carla Galvão Spinillo
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação
em Design | UFPR

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus e também...

Aos meus pais, Nivaldo e Juliana, que apoiaram, e sempre apóiam, de forma incondicional, as minhas decisões e nelas investiram, e investem.

A minha irmã Thaís e toda a família, pelas palavras de apoio.

Ao meu orientador, professor Dr. Aguinaldo dos Santos, por ter confiado em mim e me prestado orientações não só para o desenvolvimento deste trabalho, mas para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos amigos do Núcleo de Design e Sustentabilidade, da UFPR, que, além do apoio, participaram diretamente no trabalho: João Victor Pereira, Cláudia Zacar, Jairo da Costa Jr., Alessandra Enricone, Ivana Marques da Rosa e Anderson Lee.

Aos que também contribuíram sanando as tantas dúvidas, ou opinando, ou me ajudando a elucidar alguns conceitos ao longo do trabalho: Rosana Vasques, Aline Kramer, Leonardo Aguiar, Tiago Volpato, Rodrigo Krüger, incluindo-se aqui também a amiga e companheira de desabafos e alegrias, Gheysa Prado.

A todos os amigos de Aracaju, ou de Campina Grande, ou de Curitiba (ou ainda aqueles que estão espalhados pelo Brasil e pelo mundo – incluindo Alemanha, México, Itália...), que me deram apoio, escutaram minhas lamentações, mas que tiveram sempre palavras de conforto e estímulo.

Aos professores da banca, pelas contribuições, Dr. Adriano Heemann e Dra. Lia Krucken Pereira.

Às empresas parceiras, Soliforte Reciclagem Ltda. e Tigre S. A.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo subsídio financeiro que possibilitou o desenvolvimento do Mestrado.

“Não sabendo que era impossível, foi lá e fez”

Jean Cocteau

RESUMO

Esta dissertação aborda o uso de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável, inseridas em um Processo de Desenvolvimento de Produtos - PDP. A sustentabilidade e suas implicações no design vêm se tornando assunto de discussão, tanto no meio acadêmico quanto na sociedade. Devido, principalmente, à forma desordenada com que vêm crescendo a produção industrial e o consumo, levando à geração de impactos ao ambiente. O designer, por seu papel ativo como um dos responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos e serviços, pode assumir um papel central na promoção de mudanças na direção da sustentabilidade. Neste sentido, como forma de tornar o PDP mais adaptado aos conceitos da sustentabilidade, possibilitando a diminuição dos impactos, surgem diversos métodos e ferramentas específicos. Entretanto, pelo grande número existente destes, faz-se necessário o desenvolvimento de meios que permitam uma seleção dessas ferramentas, pelo designer, de forma mais prática. Desta forma, esta dissertação propõe a definição de critérios para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável. Os procedimentos da pesquisa incluem uma revisão bibliográfica a respeito do PDP, os diferentes contextos projetuais – sob a ótica do designer –, e os conceitos e ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável. Além disto, foram utilizadas entrevistas e *checklist*, aplicados à designers, para obtenção dos dados confrontados com os obtidos na literatura. Os resultados obtidos permitiram a identificação de alguns critérios chave para o processo de seleção das ferramentas.

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento de Produtos. Ferramentas da Sustentabilidade Ambiental. Ótica do Designer. Design Sustentável.

ABSTRACT

This dissertation discusses the use of tools of the environmental dimension of sustainable design, inserted into a Product Development Process - PDP. The sustainability and its implications in design are becoming a subject of discussion both in academia and in society. Due mainly to the disorderly way in which industrial production and consumption are growing, leading to the generation of impacts to the environment. The designer, for his active role as one of the developers of products and services, can play a central role in promoting change towards sustainability. In this sense, as a way to make the PDP more adapted to the concepts of sustainability, enabling the mitigation of impacts, there are several specific methods and tools. However, due the large number of existing, it is necessary to develop means of a more practical selection of these tools by the designer. Thus, this work proposes the definition of criteria for selecting tools of the environmental dimension of sustainable design. The procedures include a review of literature about the PDP, the projective different contexts - from the perspective of the designer - and the concepts and tools of the environmental dimension of sustainable design. In addition, interviews were used and checklist applied to designers, to obtain the data compared to those obtained in the literature. The results obtained allowed the identification of some key criteria for the selection process of tools.

Keywords: Product Development Process. Environmental Sustainability Tools. Designer Point of View. Sustainable Design.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: COMPARATIVO GRÁFICO DOS MODELOS DE REFERÊNCIA PARA O PDP ANALISADOS.....	36
FIGURA 2: ESQUEMA GRÁFICO DA PESQUISA.	50
FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS CRITÉRIOS PRELIMINARES DE SELEÇÃO DE FERRAMENTAS.....	62
FIGURA 4: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA RODA ESTRATÉGICA, NO PRIMEIRO CICLO	67
FIGURA 5: RESULTADO GRÁFICO DA APLICAÇÃO	68
FIGURA 6: APLICAÇÃO DA RODA ESTRATÉGICA, SEGUNDO CICLO	70
FIGURA 7: RESULTADO GRÁFICO DA SEGUNDA APLICAÇÃO DA RODA ESTRATÉGICA	70
FIGURA 8: APLICAÇÃO DAS 10 REGRAS DE OURO	80
FIGURA 9: CRITÉRIOS PROPOSTOS PARA SELEÇÃO DE FERRAMENTAS.....	87

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: TESES E DISSERTAÇÕES LEVANTADAS.	47
QUADRO 2: MATRIZ DE SELEÇÃO DE FERRAMENTAS - CLASSIFICAÇÃO DAS FERRAMENTAS SEGUNDO O CRITÉRIO: OBJETIVOS	54
QUADRO 3: SÍNTESE DE ATIVIDADES PARA AS ETAPAS DO PROTOCOLO.....	63
QUADRO 4: MATRIZ DE SELEÇÃO DE FERRAMENTAS, DEMONSTRAÇÃO DE APLICAÇÃO.....	66
QUADRO 5: MATRIZ DE SELEÇÃO DE FERRAMENTAS, FERRAMENTAS FILTRADAS A PARTIR DOS CRITÉRIOS REQUERIDOS.	66

LISTA DE SIGLAS

INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
NDS	Núcleo de Design & Sustentabilidade
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
UFPR	Universidade Federal do Paraná

PREFÁCIO

O autor desta dissertação – nascido em Aracaju, Sergipe – formou-se em Desenho Industrial pela Universidade Federal de Campina Grande, na Paraíba. Já nesta universidade, iniciou um contato superficial com o tema da sustentabilidade, devido ao contato com professores que trabalham com o tema – incluindo-se aí o Grupo de Desenho Industrial e Desenvolvimento Sustentável* – e algumas disciplinas de ecodesign.

Após uma experiência de ensino, desenvolvida em uma escola de ensino técnico, ainda na cidade de Campina Grande, surgiu a vontade de encaminhar-se pela área acadêmica, partindo para o mestrado.

Para ingresso no programa de pós-graduação, o autor buscou desenvolver um trabalho com o tema focado na sustentabilidade, por sua atualidade e relevância tanto no campo do design, quanto nas discussões apresentadas em fóruns e conferências mundiais. Objetivando desenvolver um trabalho que não ficasse apenas na discussão teórica, foi feita uma proposta que permitisse a união entre os conceitos da literatura e a prática em campo.

A idéia inicial seria de propor um método de desenvolvimento de produtos sustentáveis, mas essa idéia, ao longo do mestrado, passando pelas disciplinas e pelas discussões com os professores e com o orientador, além de pesquisas mais aprofundadas durante o primeiro ano, foi sendo descartada. Isso se deu pelo fato de ter-se percebido o grande número de métodos – e ferramentas – já existentes, porém, devido, justamente a esse grande número, existe uma dificuldade, do designer, em selecionar aqueles que mais seriam aplicados às suas necessidades.

Desta forma, com a ajuda do orientador, recortes foram dados nessa idéia inicial e foi-se buscando um foco mais preciso e passível de aplicação. Com este intuito buscou-se a proposição de critérios para seleção de ferramentas já existentes na literatura. Esta proposta foi elaborada também devido aos projetos de parceria presentes no Núcleo de Design e Sustentabilidade da UFPR, buscando vincular trabalhos de diferentes instituições, a partir de um mesmo tema.

* <http://www.paraibaonline.com.br/noticia.php?id=609177&ano=2008>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 <i>Problema da pesquisa</i>	15
1.2 <i>Objetivo</i>	17
1.2.1 <i>Objetivo Principal</i>	17
1.2.2 <i>Objetivos Secundários</i>	17
1.3 <i>Hipóteses</i>	17
1.3.1 <i>Hipótese Principal</i>	18
1.3.2 <i>Hipóteses Secundárias</i>	18
1.4 <i>Justificativa</i>	18
1.5 <i>Delimitações da dissertação</i>	21
1.6 <i>Visão Geral do Método de Pesquisa</i>	23
1.7 <i>Estrutura da Dissertação</i>	24
 2 SUSTENTABILIDADE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	
(PDP).....	26
2.1 <i>Processo de desenvolvimento de produtos (PDP)</i>	26
2.2 <i>Modelo Proposto por Rozenfeld (et al., 2006)</i>	27
2.3 <i>Outros Modelos de Referência para o PDP</i>	29
2.3.1 <i>Modelo Proposto por Baxter (2000)</i>	29
2.3.2 <i>Modelo Proposto por Pereira (2003)</i>	30
2.3.3 <i>Modelo Proposto por Varžinskas (2007)</i>	31
2.3.4 <i>Modelo Proposto por Charter e Tischner (2001)</i>	32
2.3.5 <i>Modelo proposto por CRUL e DIEHL (2006)</i>	33
2.3.6 <i>Discussão</i>	34
2.4 <i>Métodos e ferramentas da dimensão ambiental da sustentabilidade</i>	37
2.4.1 <i>O Design Eco-Eficiente</i>	37
2.4.2 <i>Definições</i>	39
2.4.3 <i>Critérios de Seleção Levantados na Literatura</i>	40
2.4.4 <i>Visão do design quanto ao uso de ferramentas no PDP</i>	42
2.4.5 <i>Discussão</i>	43

3 MÉTODO DE PESQUISA.....	46
3.1 Caracterização do problema	46
3.2 Seleção do método de pesquisa	47
3.3 Visão geral da estratégia de desenvolvimento da pesquisa	49
3.4 Protocolo de Coleta de Dados	52
3.4.1 Etapa 1: Caracterização do PDP e dos designers	52
3.4.2 Etapa 2: Seleção da Ferramenta.....	54
3.4.3 Etapa 3: Aplicação da ferramenta selecionada.....	55
3.4.4 Etapa 4: Entrevista Estruturada 2	56
3.4.5 Etapa 5: Elaboração do Relato da Aplicação.....	57
3.4.6 Estratégia de análise e validação dos dados.....	58
4 RESULTADOS E ANÁLISES	59
4.1 Projetos de Pesquisa Envolvidos	59
4.1.1 Projeto Amana	59
4.1.2 Projeto EcoAgregado	60
4.2 Critérios Preliminares Utilizados.....	61
4.3 Aplicação das Ferramentas.....	63
4.3.1 Síntese de ações do Protocolo.....	63
4.3.2 Primeiro Ciclo de Aplicação – Roda Estratégica do EcoDesign – Projeto Amana	64
4.3.3 Segundo Ciclo de Aplicação – Roda Estratégica do EcoDesign – Projeto Amana	69
4.3.4 Terceiro, Quarto e Quinto Ciclos de Aplicação – Projeto Amana.....	72
4.3.4.1 Terceiro Ciclo de Aplicação – Lista de Estratégias do EcoDesign	73
4.3.4.2 Quarto Ciclo de Aplicação – Checklist do EcoDesign.....	74
4.3.4.3 Quinto Ciclo de Aplicação – Matriz DfE	76
4.3.5 Sexto Ciclo de Aplicação – 10 Regras de Ouro – Projeto EcoAgregados.....	78
4.4 Análises e Discussões	81
4.5 Critérios Propostos para Seleção de Ferramentas da Dimensão Ambiental do Design Sustentável	86
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	88
5.1 Conclusões Gerais.....	88

5.2 A Pesquisa-Ação	90
5.3 Recomendações	91
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICES.....	100
ESTÁGIO DA PESQUISA	170
<i>Cronograma.....</i>	<i>171</i>
<i>Análise das Disciplinas Cursadas</i>	<i>172</i>
<i>Eventos e Publicações.....</i>	<i>174</i>

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados o problema da pesquisa, os objetivos do trabalho, os principais aspectos que motivaram a pesquisa, assim como suas justificativas, as delimitações da dissertação, uma breve descrição da abordagem utilizada no método de pesquisa e a estrutura geral da dissertação.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

O extrativismo exacerbado, a obsolescência estética acelerada, o elevado nível de desperdício nos sistemas de produção e a poluição são exemplos de implicações ambientais do atual modelo de consumo e produção (RAMOS & SELL, 2002).

Este modelo vem sendo combatido, principalmente sob a ótica da sustentabilidade como no conceito proposto por Brundtland (1987) para o desenvolvimento sustentável, que o define como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.

As perspectivas da implementação de uma sociedade sustentável tem diversas bases filosóficas. Foladori e Pierri (2005) propõem uma tipologia do pensamento sustentável, dividido entre aqueles que defendem a sustentabilidade **econômica** (Ambientalismo Moderado e Cornucopianos), **ambiental** (preservação do ambiente) e sustentabilidade **social** (Eco-desenvolvimento, ecologia social e do marxismo).

No que diz respeito à dimensão ambiental da sustentabilidade Manzini e Vezzoli (2002) caracterizam-na como condições segundo as quais, em níveis regional e planetário, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos

naturais. Desta forma, devem ter como base a resiliência¹ que o planeta permite, possibilitando que os recursos naturais sejam transmitidos a gerações futuras. Esta consciência vem sendo adotada não só por empresas como, também, cobrada e adotada pela sociedade (ARANTES, 2006).

Lofthouse (2004) argumenta que os designers têm papel estratégico na sustentabilidade, pois usualmente são os tomadores de decisão nos estágios iniciais do processo de desenvolvimento de produtos. São nestes estágios que conceitos mais inovadores – e mais sustentáveis – têm maior facilidade de implementação.

Objetivando auxiliar o trabalho do designer durante o PDP, na diminuição dos impactos ambientais, surgem diversos métodos e ferramentas, específicos do design sustentável. Entretanto, devido a uma quantidade significativa destes, faz-se necessário o desenvolvimento de critérios para seleção de ferramentas. Desta forma, pode-se tornar o processo de seleção mais simples e rápido, facilitando a inserção das ferramentas no PDP.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Quais são os critérios de seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável para inserção no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)?

¹ “a resiliência de um ecossistema é a sua capacidade de sofrer uma ação negativa sem sair de forma irreversível da sua condição de equilíbrio” (MANZINI e VEZZOLI, 2002, p. 27)

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Objetivo Geral

Propor critérios, a partir da literatura e de pesquisa-ação, para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável, para inserção adequada das mesmas no Processo de Desenvolvimento de Produtos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Levantar e comparar modelos de referência para o PDP;
- Propor uma taxonomia de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável; para classificação e aplicação;
- Incluir indicações de utilização das ferramentas identificadas na literatura, por meio da observação de sua aplicação em situação real de projeto, visando facilitar sua aplicação.

1.4 HIPÓTESES

Por se tratar de um trabalho cujo método utilizado é a pesquisa-ação, a formulação de hipóteses pretende a objetividade na análise diante dos dados coletados. Desta forma, as hipóteses predefinidas poderão ser confirmadas, ou negadas, ou, ainda, alteradas de acordo com o andamento da pesquisa e a inserção de variáveis obtidas através dos participantes (THIOLLENT, 1947). Desta forma, definiram-se as hipóteses principal e secundárias de acordo com os objetivos estabelecidos.

1.4.1 Hipótese Principal

Existem, na literatura, critérios para seleção de ferramentas, porém os mesmos necessitam de uma revisão quanto à ótica do designer.

Os critérios encontrados na literatura provêm, principalmente, de áreas como das Engenharias, desta forma, observá-los sob a ótica do design pode contribuir para a determinação de critérios mais específicos para o profissional do design.

1.4.2 Hipóteses Secundárias

Não há necessidade de desenvolvimento de um modelo de referência exclusivo ao design sustentável. No desenvolvimento da pesquisa, a inserção de ferramentas do design sustentável será feita em modelos de referência genéricos do PDP, observando-se, assim, os resultados relativos ao desenvolvimento dos produtos.

A classificação das ferramentas em diferentes critérios tornará a seleção para inserção no PDP mais rápida. Durante a pesquisa-ação, os critérios propostos serão testados em PDP's em andamento, observando-se a adequação da ferramenta selecionada em relação ao contexto.

As ferramentas levantadas na literatura necessitam de indicações de uso para os diferentes contextos envolvidos. Durante a aplicação das ferramentas em contextos reais de projeto, poderão ser observadas se adaptações na estrutura da ferramenta são necessárias.

1.5 JUSTIFICATIVA

Os esforços ao redor do globo para a causa da sustentabilidade têm repercutido em alterações, ainda que em proporção pequena e ritmo lento, nos

padrões de consumo e produção. No Brasil, segundo survey realizada pelo Instituto Akatu (2010), entre os anos de 2003 e 2006 houve um aumento no número de brasileiros dispostos a pagar mais por um produto ambientalmente amigável, chegando a 31% dos consumidores.

Esta mudança nos padrões de consumo e produção no país deverá ser impulsionada com a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei 12.305/2010. Esta Lei reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos, que, dentre outros responsabiliza as empresas pelo recolhimento de produtos descartáveis (logística reversa) e estabelece a integração de municípios na gestão dos resíduos (RICHARD, 2010).

Anteriormente à Lei dos Resíduos, já havia leis que regulamentavam ações que promovam algum tipo de impacto ambiental, como a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente² (nº 6.938 de 17/01/1981); a Lei da Ação Civil Pública³ (nº 7.347 de 24/07/1985); e a Lei de Crimes Ambientais⁴ (nº 9.605 de 12/02/1998); demonstrando uma preocupação ambiental (MACHADO, 2010). Estas leis responsabilizam e penalizam infrator quanto aos impactos ambientais, desta forma, as indústrias passaram a buscar uma adequação às normas ambientais. Essa adequação passa pelo trabalho do designer, no projeto dos produtos e do ciclo de vida deste.

As demandas de mercado têm levado, também, as empresas a buscar uma adequação ambiental. Exemplo destas demandas é a exigência em alguns

² É a lei ambiental mais importante e define que o poluidor é obrigado a indenizar danos ambientais que causar, independentemente da culpa. O Ministério Público pode propor ações de responsabilidade civil por danos ao meio ambiente, impondo ao poluidor a obrigação de recuperar e/ou indenizar prejuízos causados. Esta lei criou a obrigatoriedade dos estudos e respectivos relatórios de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) (MACHADO, 2010)

³ Lei de interesses difusos trata da ação civil publica de responsabilidades por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor e ao patrimônio artístico, turístico ou paisagístico (MACHADO, 2010).

⁴ Reordena a legislação ambiental brasileira no que se refere às infrações e punições. A pessoa jurídica, autora ou co-autora da infração ambiental, pode ser penalizada, chegando à liquidação da empresa, se ela tiver sido criada ou usada para facilitar ou ocultar um crime ambiental. A punição pode ser extinta caso se comprove a recuperação do dano ambiental. (MACHADO, 2010).

mercados da adequação às normas ISO14001, que pretendem a adoção de procedimentos, mecanismos e padrões comportamentais menos nocivos ao meio ambiente ao longo do ciclo de vida dos produtos (CAMPOS, 2006).

A repercussão desta demanda pode ser constatada no número de empresas que buscaram e obtiveram o certificado de 2006 a 2010. Somente no Estado do Paraná, em 2006, eram 41 empresas, número que chegou a 108, em 2010; nacionalmente o número saltou de 699, para 1336 (INMETRO, 2010).

A consideração da sustentabilidade nas etapas do ciclo de vida – pré-produção, produção, transporte, uso e descarte (TUKKER e JANSEN, 2006), requer o domínio de conceitos, princípios e ferramentas específicos para a efetiva inserção da sustentabilidade no Processo de Desenvolvimento de Produtos – PDP. Dentre as profissões chave que necessitam integrar estas competências destaca-se o Designer. Este é um dos responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos e serviços e paradoxalmente, é um dos atores que conduziram aos padrões de consumo insustentáveis disseminados na sociedade atual.

Numa visão contemporânea, o design é visto como uma atividade criativa, que busca estabelecer as características dos produtos, processos, serviços e sistemas ao longo do ciclo de vida. Cabe, ainda, ao designer dar a estes produtos, serviços e sistemas formas que sejam expressivas e coerentes com suas complexidades; apoiar a diversidade cultural; além de promover a sustentabilidade e a proteção ambiental (ICSID, 2009).

O designer pode, então, ser o responsável por analisar os fluxos associados ao consumo e introduzir essa nova consciência, seja através de mudanças nos processos, ou através de re-designs.

Neste sentido, surgem diversos métodos e ferramentas específicos do design sustentável para auxiliar o trabalho do designer, no que diz respeito à dimensão ambiental da sustentabilidade. Entretanto este conhecimento ainda é pouco presente na atividade deste profissional, por diversos motivos, incluindo o tempo requerido para aplicação destes e a falta de literatura nacional de apoio à prática. Não há, também, uma percepção de que a sustentabilidade não é necessariamente uma prioridade, mas uma das diversas variáveis que o designer precisa trabalhar durante o projeto (LOFTHOUSE, 2006).

Tendo em vista a existência deste conjunto de métodos e ferramentas passíveis de apoio ao processo de projeto, percebe-se a necessidade de desenvolver mecanismos que facilitem a seleção e aplicação dos mesmos em um contexto projetual. Afinal, um processo de tentativa e erro para seleção das ferramentas durante o projeto pode inviabilizar a efetiva inserção destas no PDP, além de resultar na desmotivação dos profissionais quanto à sua adoção (BOEIRA e CASTILLO, 2010).

No campo da engenharia de produção, estudos como o de Pigosso (2008) vem buscando critérios para classificação e seleção destas ferramentas. No referido trabalho, a autora propõe um conjunto de métodos e ferramentas do design sustentável classificados segundo diferentes critérios, advindos da engenharia.

Entretanto, estes critérios e classificações necessitam de uma avaliação sob a ótica do designer, tornando-os mais adaptáveis ao contexto de atuação deste profissional.

Além disso, Pigosso (2008) relata a necessidade de desenvolver casos de aplicação prática no âmbito nacional, como forma de facilitar a explicação e compreensão destas ferramentas. Inclusive pelo fato dessas ferramentas terem origem em outros países e, muitas vezes, necessitarem de adaptações ao contexto local.

Desta forma, o presente trabalho propõe contribuir com o desenvolvimento sustentável através do aperfeiçoamento dos critérios para seleção de ferramentas do design sustentável. Tendo como objetivo possibilitar sua adequação ao design, permitindo a efetiva adoção pelo designer no Processo de Desenvolvimento dos Produtos.

1.6 DELIMITAÇÕES DA DISSERTAÇÃO

A dissertação terá foco na dimensão ambiental da sustentabilidade, muito embora, na etapa de campo, as outras dimensões possam ser consideradas para a obtenção de soluções efetivamente sustentáveis.

É importante frisar que a inserção das ferramentas no PDP busca uma adaptação do mesmo aos preceitos da sustentabilidade, mas não necessariamente garante a redução dos impactos ambientais gerados por produtos e processos. Entretanto, podem proporcionar maior probabilidade de acerto, nas decisões do designer, no desenvolvimento de soluções para produtos mais sustentáveis.

Como dito por Largedtedt (2003), as ações que objetivam a diminuição dos impactos ambientais devem tornar-se parte do processo e ser inseridas o quanto antes no PDP. As fases iniciais de desenvolvimento dos produtos são as que têm maior influência na definição dos aspectos ambientais dos mesmos. Essa afirmação também é defendida pela Ecolife Network (2002); segundo esta rede, as intervenções precoces são importantes. Neste sentido, nesta dissertação, serão trabalhadas as fases iniciais do PDP – anteriores ao desenvolvimento da produção piloto, de acordo com o modelo de referência de Rozenfeld et al. (2006) na macro-fase de Desenvolvimento, o Projeto Detalhado.

Neste trabalho será tomado como base de dados, das ferramentas da dimensão ambiental da sustentabilidade, o trabalho desenvolvido por Pigosso (2008) – citado anteriormente. Os critérios desenvolvidos por Pigosso (2008) serão confrontados com os apontados durante a fase de campo da presente pesquisa, possibilitando a checagem da efetividade dos mesmos sob a ótica do design, em um contexto de projeto de produto em desenvolvimento.

O foco do trabalho, assim como das ferramentas levantadas, será no desenvolvimento de produtos, muito embora se entenda que as mesmas podem ser válidas para o projeto de serviços e sistemas produto+serviço.

As aplicações serão desenvolvidas num contexto acadêmico dos projetos realizados no Núcleo de Design e Sustentabilidade, da UFPR, devido a uma maior acessibilidade aos grupos de desenvolvimento. Sabe-se que os designers envolvidos nestes projetos já realizaram algum tipo de projeto e tem familiaridade com estratégias do design sustentável.

Nestas aplicações o pesquisador estará envolvido diretamente no projeto em questão, assumindo um papel de observador participante no processo.

1.7 VISÃO GERAL DO MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza por sua abordagem metodológica predominantemente qualitativa, além da análise de dados apresentar natureza interpretativa, constituindo-se basicamente de:

- revisão bibliográfica e de
- pesquisa de campo, com a coleta e análise dos dados, através do método da pesquisa-ação.

O trabalho tem início com a revisão bibliográfica a respeito dos modelos de referência do PDP, conceitos e princípios do design sustentável e os métodos e ferramentas específicos do mesmo – tendo como base o trabalho realizado por Pigosso (2008). Esta primeira parte objetiva encontrar critérios prévios que servirão de parâmetro para desenvolver a seleção de ferramentas, aplicadas na segunda fase do trabalho.

A fase seguinte trata da aplicação de ferramentas do design sustentável no PDP de projetos em desenvolvimento. Esta fase inclui a realização da caracterização do PDP em uso e do contexto projetual, além da identificação do nível de experiência prática dos designers envolvidos, no que diz respeito à aplicação dos preceitos da dimensão ambiental da sustentabilidade. Desta forma, possibilita-se, a partir dos parâmetros acima definidos, propor as ferramentas do design sustentável passíveis de aplicação, nesta conjuntura específica.

Em seguida, é realizada a análise dos resultados obtidos quanto à efetividade da ferramenta proposta, em resposta aos critérios coletados na literatura, confrontados com os critérios obtidos em campo. Desta análise, deriva-se a proposição de critérios de seleção de ferramentas do design sustentável para aplicação no PDP. Além disso, é possível realizar uma validação da aplicação da ferramenta, a partir do resultado obtido no projeto.

1.8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Capítulo 1 – Introdução: apresenta os objetivos, e hipótese correspondente, assim como as principais justificativas para a realização da dissertação. Na introdução são também expostas uma estrutura geral do trabalho, suas delimitações e uma visão geral do método de pesquisa utilizado.

Capítulo 2 – Sustentabilidade no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP): neste capítulo é revista a literatura acerca do PDP, dos métodos e ferramentas específicos da dimensão ambiental da sustentabilidade e dos requisitos do designer. Como resultado serão propostos critérios para seleção de ferramentas da dimensão ambiental da sustentabilidade a ser inserido no PDP, testados na fase seguinte.

Capítulo 3 – Método de pesquisa: neste capítulo é caracterizado o problema de pesquisa, realizado a seleção do método de pesquisa e apresentado o delineamento geral da pesquisa. Na sequência é apresentado o protocolo da fase de campo, incluindo a descrição das técnicas de coleta de dados, a dinâmica de sua aplicação bem como a estratégia de validação interna e externa. O Capítulo 3 encerra com a descrição da estratégia de análise a ser adotada na dissertação.

Capítulo 4 – Resultados e análises: o capítulo apresenta o resultado das pesquisas desenvolvidas em campo, junto a designers, no que diz respeito a uma validação preliminar dos critérios e das ferramentas levantadas na literatura. Este capítulo deverá apresentar os resultados seguintes da fase de campo, incluindo a descrição dos contextos dos projetos, e a caracterização dos PDP's. Além de uma descrição dos designers envolvidos – quanto ao nível de experiência prática de aplicação dos conceitos da sustentabilidade ambiental. A triangulação destes três parâmetros iniciais resultará na seleção das ferramentas. A partir do confronto destes parâmetros advindos da literatura, com os resultados da aplicação prática, resultará uma proposta de critérios de seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável.

Capítulo 5 – Conclusões e Recomendações: este capítulo apresenta as conclusões do problema de pesquisa e considerações sobre o método de pesquisa adotado, além de sugestões para trabalhos futuros.

2 SUSTENTABILIDADE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)

Neste capítulo será abordado o processo de desenvolvimento de produtos (PDP), e as ferramentas para apoiar a obtenção de produtos/serviços mais sustentáveis. São apresentados os principais aspectos dos modelos de referência do PDP e as ferramentas específicas da dimensão ambiental do design sustentável. O capítulo apresenta, também, os critérios de seleção de ferramentas para o design sustentável, a partir de proposições identificadas na literatura.

2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)

Segundo Rozenfeld et al. (2006), desenvolver produtos consiste em práticas de projeto, que devem levar em consideração necessidades do mercado, restrições tecnológicas e financeiras e estratégias da empresa, no intuito de se chegar as especificações de um produto e seu processo produtivo. Implica, ainda, no atendimento de requisitos de diferentes naturezas, que de algum modo afetarão aspectos como o desempenho, a interação com futuros usuários, o meio-ambiente ou a sociedade. Além da necessidade de considerar fatores como sustentabilidade, gênero, globalização, desmaterialização, temas bastante discutidos atualmente (VAN DER LINDEN et al., 2010).

Devido à complexidade intrínseca ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), faz-se necessário o uso de um modelo de referência, que torne a atividade mais eficaz e eficiente, adequando o processo às necessidades dos envolvidos, entre eles o designer. Um processo não estruturado, para obtenção de especificações de um projeto, pode torná-lo inviável (ROZENFELD et al., 2006; CARDOSO et al., 2009), ou resultar em soluções que não considerem de forma consistente as dimensões da sustentabilidade.

Além desta complexidade, as principais causas que determinam o desenvolvimento de métodos aplicados à atividade de projeto incluem a velocidade

com que grande quantidade de informações e problemas surgem. Além disto, estes problemas necessitam de respostas mais rápidas e efetivas, o que diminui o tempo para testes ou falhas (BONFIM, 1984).

Atualmente, a metodologia projetual adotou novas abordagens que já não têm como fim somente o estabelecimento de funções, mas uma maneira mais abrangente de entender como as pessoas interagem com os produtos no seu ambiente (VAN DER LINDEN et al., 2010). Acrescentando-se ainda a inserção de parâmetros da sustentabilidade, tornando o processo ainda mais complexo.

Com relação a esses modelos do PDP, que surgem para tornar a desenvolvimento de produtos mais estruturado, deve-se observar que usualmente não seguem uma forma sequencial, na prática. Na verdade, é desenvolvido num processo de constante checagem/retornos, em que, para cada etapa, deve-se promover uma reflexão dos resultados para então retroalimentar a etapa seguinte (ROZENFELD et al., 2006; BAXTER, 2000).

Existem, na literatura, diferentes propostas de modelo de referência para o desenvolvimento de produtos. Na maioria das vezes, as diferenças encontram-se na nomenclatura e na forma de se efetuar a divisão de fases.

Nas seções a seguir, será feita uma revisão e discussão dos principais aspectos relativos a alguns modelos de referência obtidos na literatura.

2.2 MODELO PROPOSTO POR ROZENFELD ET AL. (2006)

O modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006), desenvolvido de forma colaborativa entre diversos pesquisadores da área das Engenharias – principalmente de Produção – é dividido em três macro-fases, descritas a seguir:

- a) pré-desenvolvimento – onde devem ser definidos o portfólio de produtos e projetos, e, de acordo com a estratégia da empresa, os objetivos de cada projeto. Esta macro-fase divide-se em Planejamento Estratégico do Produto e Planejamento do Projeto;

- b) desenvolvimento – esta macro-fase envolve o processo de detalhamento e produção do produto. Divide-se em Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação da Produção e Lançamento do produto; e,
- c) pós-desenvolvimento – consiste, de forma geral, num monitoramento do produto até o fim do seu ciclo de vida. Dividindo-se em Acompanhar o Produto e Processo e Descontinuar o Produto.

Neste trabalho, como apontado no Capítulo 1, será dado foco nas macro-fases iniciais deste modelo de PDP, ou seja, o pré-desenvolvimento e o desenvolvimento, nas quais o designer tem usualmente papel mais ativo nas decisões e criações.

Portanto, a inserção de ferramentas do design sustentável, neste modelo, deve ser feita, principalmente, até a fase do Projeto Detalhado. A partir da fase de Preparação da Produção, as mudanças tornam-se mais complexas e de maior custo (ECOLIFE NETWORK, 2002).

No **pré-desenvolvimento**, o objetivo do Planejamento Estratégico do Produto é a definição de um portfólio de produtos para a empresa, ou seja, descrever uma linha de produtos e os projetos a serem desenvolvidos. No que diz respeito aos produtos, para os que já estão no mercado deve-se montar um plano de retirada; e, para os produtos que serão desenvolvidos, deve conter uma primeira descrição de características e metas (ROZENFELD et al., 2006).

Nesta fase de Planejamento do Projeto deve resultar um “Plano do Projeto”. Este, por sua vez, deve conter o escopo do projeto e do produto, orçamento, prazos, definição do pessoal, recursos, procedimentos de avaliação, análises de risco e indicadores de desempenho do projeto e produto (ROZENFELD et al., 2006).

A macro-fase de **desenvolvimento** inicia-se com o Projeto Informacional, do qual devem resultar as especificações-meta do produto, que orientam a geração de soluções e fornecem uma base para elaboração de critérios de avaliação e tomadas de decisão. A fase seguinte trata do Projeto Conceitual, o qual objetiva a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto (ROZENFELD et al., 2006).

No Projeto Detalhado, são realizadas todas as especificações e detalhamentos, os protótipos são testados resultando no detalhamento de todos os recursos, manuais de uso, instruções de assistência, além de suporte aos vendedores. Finalmente, na Preparação da Produção é produzido um lote de produção piloto, permitindo que o processo produtivo seja mapeado e melhor definido. Por fim, ocorre o Lançamento do Produto, em paralelo com a fase descrita anteriormente, mapeando processos de assistência técnica e auxílio ao consumidor (ROZENFELD et al., 2006).

Nas duas primeiras fases do desenvolvimento – neste modelo de PDP –, percebe-se um papel mais ativo do designer. Ele é o responsável por dar forma (através de um produto ou serviço) às necessidades da indústria e da sociedade – do usuário –, unindo requisitos estéticos, tecnológicos e de marketing transformando-os em produtos, sistemas ou serviços (BHAMRA e LOFTHOUSE, 2007; ICSID, 2009).

2.3 OUTROS MODELOS DE REFERÊNCIA PARA O PDP

Nas seções a seguir, outros modelos serão discutidos, para que possam ser observados os aspectos comuns entre os mesmos. Estes apresentam uma estrutura simplificada e, desta forma, podem indicar fases mais críticas no que diz respeito ao papel do designer e à inserção das ferramentas do design sustentável.

2.3.1 Modelo Proposto por Baxter (2000)

O modelo de Baxter (2000), que confere maior ênfase às etapas correspondentes ao pré-desenvolvimento e desenvolvimento descritas por Rozenfeld et al. (2006). Para o autor, o processo divide-se em cinco fases (as duas últimas mescladas) básicas, compreendendo:

- a) Oportunidade de negócio e especificações do projeto – nas quais são analisados o mercado e o potencial consumidor no intuito de identificar um ponto de inserção e possíveis características do produto;
- b) Projeto conceitual – fase de geração de conceitos;
- c) Projeto de configuração – fase em que os conceitos são trabalhados, gerando-se alternativas;
- d) Projeto detalhado e Projeto de fabricação – nestas fases o produto é especificado, são feitos maiores detalhamentos e sua fabricação.

Percebe-se uma proposição mais simplificada, em relação à proposta de Rozenfeld et al. (2006). As 5 etapas apresentadas por Baxter (2000), correspondem às 2 primeiras macro-fases daquele, não compreendendo a macro-fase de pós-desenvolvimento.

2.3.2 Modelo Proposto por Pereira (2003)

Seguindo uma proposta de modelo para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, Pereira (2003), divide o PDP em três fases:

- a) Etapas preliminares: na qual são definidas as necessidades e o problema a ser respondido, é feita uma pesquisa de produtos existentes, resultando no planejamento do projeto. Ao final desta etapa, a autora propõe a inserção de uma abordagem ecológica na pesquisa, utilizando, inclusive, a manufatura inversa (desmontagem, remanufatura em pequenos ciclos de reciclagem);
- b) Etapas de abstração: são feitas a análise funcional, definição de prescrições, o projeto preliminar e a confrontação de limitações. Seguindo a abordagem para sustentabilidade a autora propõe a utilização de *cheklists* para verificar se o produto possui uma adequação ecológica e para identificar pontos que necessitam de um re-design;

- c) Etapas de aplicação: na qual são realizadas a escolha da solução, detalhamento do projeto, planejamento da produção e a entrega ao cliente. Nesta fase a autora propõe o uso de uma Análise do Ciclo de Vida, como forma de validação ecológica do produto e dos materiais.

A autora evidencia, ainda, a necessidade de executar uma pesquisa constante de materiais, durante todo o desenvolvimento. Pode-se, a esta pesquisa, acrescentar uma busca por produtos similares e novos processos e tecnologias.

2.3.3 Modelo Proposto por Varžinskas (2007)

Varžinskas et al. (2007) propõe um PDP adaptado ao design sustentável, já inserindo, nas ações de cada fase, propostas de adequação ambiental, dividindo-o em três fases:

- a) Escopo e avaliação ambiental: na qual são definidos os objetivos do projeto e são feitas uma pesquisa e análise quanto à adequação ambiental do produto. Esta análise, segundo o autor, pode ser feita através de resultados quantitativos ou qualitativos. Ao final desta fase são obtidos os objetivos e tarefas específicos da fase seguinte;
- b) Conceito e segunda avaliação: são realizadas a geração de idéias e priorização de ações, desenvolvendo, assim, um conceito; este, então, é avaliado ambientalmente, definindo um novo produto;
- c) Prototipagem e avaliação do projeto: são definidas as especificações do produto e feitos testes com um protótipo, passando-se então para o desenvolvimento do produto final, que é novamente avaliado ambientalmente após a produção e, desta forma, são obtidas recomendações para novos produtos.

Percebe-se, como na proposta de Pereira (2003), um menor número de etapas propostas, e, como na proposta de Baxter (2000), a não contemplação da macro-fase de pós-desenvolvimento.

2.3.4 Modelo Proposto por Charter e Tischner (2001)

Charter e Tischner (2001) dividem sua proposta de modelo de PDP – com foco na sustentabilidade – em seis fases:

- a) Definição de objetivos e escopo: deve ser realizada uma pesquisa de produtos existentes. Os autores propõem a utilização de um *checklist* ambiental para descobrir as fraquezas – oportunidades;
- b) Desenvolvimento de alternativas: utilizando os requisitos gerados na fase anterior, são desenvolvidas as primeiras ideias, a través de seções de *brainstorming*. Os autores propõem a utilização de matrizes de decisão para definir as prioridades de melhoria, segundo requisitos ambientais, custo, aplicabilidade técnica e benefícios ao consumidor. São definidas as possibilidades de materiais, tecnologias, processos e estética, além do cronograma;
- c) Pesquisa e compilação de dados ambientais: de acordo com as propostas anteriores, os especialistas de cada área são responsáveis por elaborar uma pesquisa de dados ambientais para cada requisito. Por exemplo, no caso dos materiais, quais possibilitam a reciclagem, ou aumentam a longevidade do produto (caso seja essa a necessidade);
- d) Detalhamento: as informações coletadas anteriormente circulam entre os membros da equipe de desenvolvimento para o detalhamento dos dados. Para isso, os autores preconizam a utilização de uma *checklist* ambiental, priorizando ações e materiais;
- e) Avaliação final: após o detalhamento, a equipe utiliza um diagrama de teia de aranha para comparar o novo produto com os já existentes, de acordo com as prioridades definidas;
- f) Produção e lançamento no mercado: um protótipo é desenvolvido e testado e ajustes finais são realizados. Desta forma o produto é, então, lançado no mercado.

Percebe-se uma maior divisão de etapas em relação aos modelos de Pereira (2003) e Varžinskas et al. (2007). Entretanto, algumas destas etapas são contínuas (realizadas durante todo o processo) e/ou são realizadas ao mesmo tempo – no que diz respeito à sua correspondência com o modelo de Rozenfeld et al. (2006).

2.3.5 Modelo proposto por CRUL e DIEHL (2006)

O modelo desenvolvido por Crul e Diehl (2006), propõe dez fases para o desenvolvimento de um produto sustentável.

- a) Criação da equipe e planejamento do projeto: devem reunir todos os possíveis membros do projeto, de diferentes áreas e pertencentes, ou não, à empresa;
- b) Desenvolvimento de uma análise SWOT⁵ e definição dos objetivos: tendo como base uma análise SWOT, são definidos os objetivos para o projeto, tendo como base o design sustentável;
- c) Seleção do produto: deve ser feita baseada nos resultados do passo anterior, com foco na sustentabilidade;
- d) Definição de requisitos sustentáveis para o produto: determinar, dentro das possibilidades e do produto selecionado, quais requisitos do design sustentável serão aplicados;
- e) Análise de impactos: nesta fase devem ser analisados o ciclo de vida do produto e os consequentes impactos que terão ação priorizada. Nesta fase os autores indicam a utilização de matrizes de análise;
- f) Desenvolvimento da estratégia e do briefing com foco no design sustentável. Os autores orientam o uso de ferramentas de estratégia;
- g) Geração e seleção de ideias;

⁵ A análise SWOT, busca identificar Forças (Strengths), Fraquezas (Weaknesses), Oportunidades (Opportunities) e Ameaças (Threats) (ANTÓNIO, 2002)

- h) Desenvolvimento dos conceitos: as ideias geradas anteriormente são mais bem detalhadas e exploradas;
- i) Avaliação sob a visão do design sustentável: é feita uma análise quanto às melhorias obtidas com o novo produto;
- j) Implementação e acompanhamento: envolve a prototipagem, teste, planejamento da produção e testes de mercado; além de monitorar o desempenho do produto em uso.

Assim como no modelo proposto por Charter e Tischner (2001), há diversas fases realizadas que compreendem à mesma etapa – relativo ao modelo de Rozenfeld et al. (2006) – sendo, assim, realizadas num mesmo momento.

2.3.6 Discussão

Como pode ser visto, tanto Rozenfeld et al. (2006), quanto Baxter (2000), trazem uma abordagem geral para o modelo de referência de desenvolvimento de produtos. Entretanto, percebe-se que o modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006) possui um nível maior de detalhamento das fases. Além disto, deve-se observar que existem autores que buscam propor modelos de referência com ênfase e ferramentas específicas da sustentabilidade.

Entre os modelos de PDP com foco na sustentabilidade, tem-se a proposta de PDP de Pereira (2003), que, assim como o proposto por Rozenfeld et al. (2006), também é dividida em três partes. Entretanto, pode-se perceber a sobreposição de fases observando-se que a última fase da proposta de Pereira (2003) – “Etapas de Aplicação” – integra ações tanto do desenvolvimento – escolha da solução, detalhamento do projeto e planejamento da produção – quanto do pós-desenvolvimento – a entrega do produto –, da proposta de Rozenfeld et al. (2006).

Varžinskas et al. (2007), propõe um modelo de PDP que integra o design sustentável no processo de projeto. Contudo, não propõe métodos ou ferramentas específicos do design sustentável, como *checklist* constantes na proposta de Pereira (2003). Devido à simplificação e menor abrangência, a última fase corresponde a

especificações e prototipagem, correspondendo ao final da macro-fase de desenvolvimento, da proposta de Rozenfeld et al. (2006).

No modelo de Charter e Tischner (2001), percebe-se que sua fase inicial – Definição de objetivos e escopo – corresponde ao Pré-desenvolvimento e parte do Projeto Informacional da proposta de Rozenfeld et al. (2006), além apresentar ações voltadas ao design sustentável, como a indicação de aplicação de *checklists* ambientais, da pesquisa de dados ambientais, buscando um menor impacto do produto.

Na proposta desenvolvida por Crul e Diehl (2006), as dez fases se sobrepõem às da proposta de Rozenfeld et al. (2006), além de possuir ações direcionadas ao design sustentável. Como pode ser visto na, as três primeiras fases propostas por aqueles correspondem ao Pré-desenvolvimento deste.

É possível perceber, ainda, que a proposta de Crul e Diehl (2006) estende-se ao acompanhamento do produto, diferenciando-se das anteriores – BAXTER, 2000; PEREIRA, 2003; VARŽINSKAS ET AL., 2007; CHARTER E TISCHNER, 2001 –, que consideram seu modelo do PDP como encerrando no que seria equivalente à macro-fase de Desenvolvimento da proposta de Rozenfeld et al. (2006)

Para facilitar a visualização das semelhanças e diferenças em relação aos modelos coletados, foi desenvolvido um esquema gráfico. Neste esquema as etapas de cada proposta são dispostas graficamente uma abaixo da outra, e nesta disposição as fases correspondentes são sobrepostas tendo o início dos processos na extremidade esquerda. Ou seja, no caminhos que se seguem da esquerda para a direita as etapas correspondentes estão posicionadas na mesma distância. Os modelos que apresentam fases com fundo branco são aqueles que possuem, inseridos em sua estrutura, ferramentas ou atividades direcionadas ao design sustentável (Figura 1).

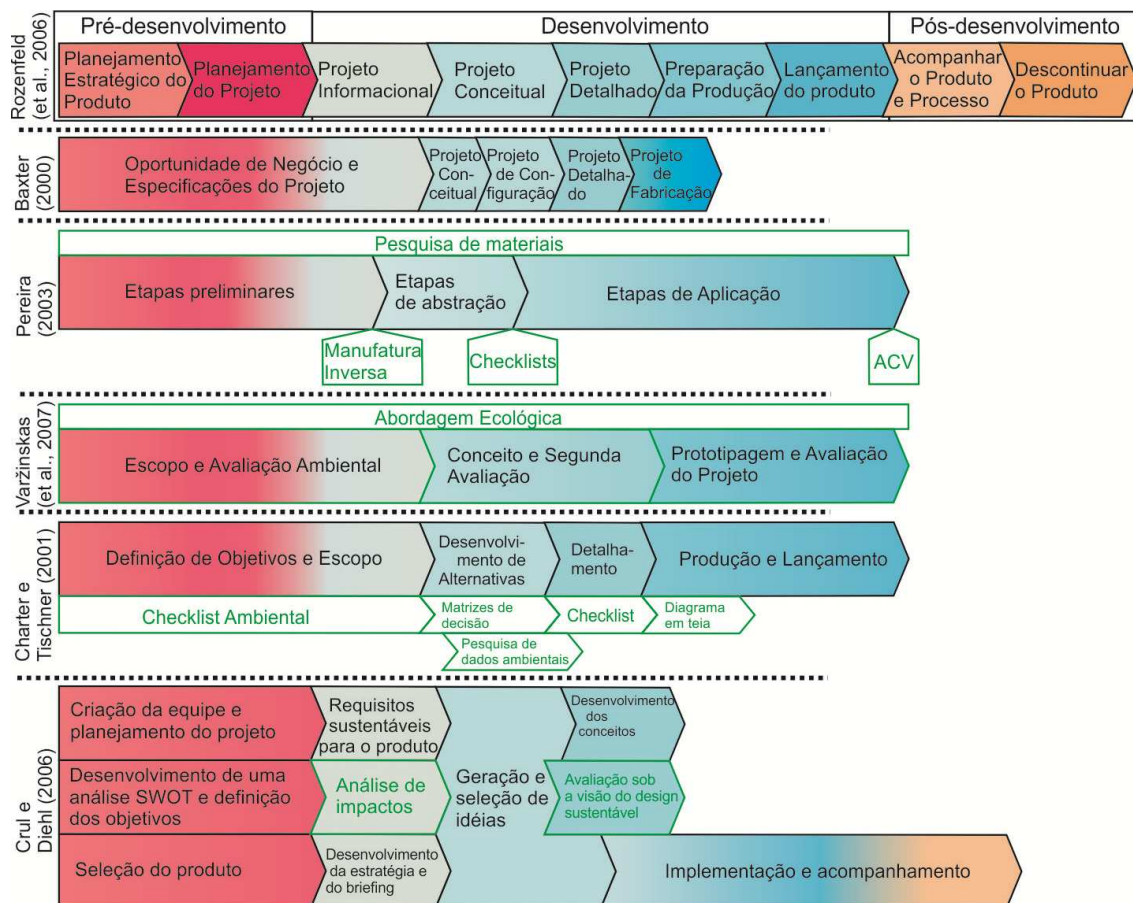


Figura 1: Comparativo gráfico dos modelos de referência para o PDP analisados

Desta forma, percebe-se que a proposta de Rozenfeld et al. (2006) possui uma abrangência maior no que diz respeito às fases do PDP, enquanto Baxter (2000) possui uma abordagem mais direcionada às fases de pré-desenvolvimento e desenvolvimento, relativas às fases de coleta de dados e criação, apesar de apresentarem um nível de detalhamento diferente.

Pereira (2003), Varžinskas et al. (2007), Charter e Tischner (2001) propõe modelos que correspondem às fases estratégicas e de coleta de dados ao lançamento do produto. A principal diferença entre três modelos, em particular, e os dois anteriores – Rozenfeld et al. (2006) e Baxter (2000) – é o uso de ferramentas específicas do design sustentável. Além disto, como proposto por Varžinskas et al. (2007) e Crul e Diehl (2006), a própria forma de abordagem das etapas deve sempre ser feita sob uma visão da sustentabilidade.

Com a observação destes diferentes modelos de referência, com foco na sustentabilidade, percebe-se que, segundo estas propostas, as principais

ferramentas do design sustentável propostas são relativas à priorização de ação e avaliação.

Pode-se observar, pelos modelos propostos específicos do design sustentável, que sua diferenciação se faz principalmente pelo uso de ferramentas em fases específicas e pela pesquisa de materiais de menor impacto. Desta forma, percebe-se que existe a possibilidade de direcionar um modelo de referência genérico a um processo com menor impacto ambiental. Não havendo necessidade de desenvolvimento de modelos específicos, mas sim a possibilidade de desenvolver uma abordagem sustentável através inserção de ferramentas do design sustentável.

Após a análise destes modelos de referência, levantados na literatura, com o intuito de facilitar e uniformizar a linguagem, neste trabalho será tomado como referência o modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006) por possuir uma estrutura bastante detalhada e adaptável a necessidades específicas. Como proposto pelos autores, este modelo pode/deve, ainda, ser modificado e/ou adaptado às necessidades de cada projeto.

2.4 MÉTODOS E FERRAMENTAS DA DIMENSÃO AMBIENTAL DA SUSTENTABILIDADE

2.4.1 O Design Eco-Eficiente

Ao longo deste trabalho tem-se citado a necessidade de desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental, a partir de um design que leve em consideração as estratégias da dimensão ambiental do design sustentável. Sabe-se que para que um produto seja considerado efetivamente sustentável, deve levar em consideração os princípios das três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. Entretanto, como o foco da dissertação são as ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável, nesta seção serão levantados os conceitos que permeiam o design eco-eficiente e suas estratégias.

O design eco-eficiente proposto por Manzini e Vezzoli (2002) é aquele que atende não só os requisitos normais de produto – econômicos, legislativos, estéticos...- mas também aos requisitos ambientais. Para isso os autores propõem estratégias que facilitarão a integração dos requisitos ambientais ao projeto de produto.

Cada estratégia possui algumas linhas guia, explicitando de forma mais diretas ações a serem tomadas durante a concepção de novos produtos. As estratégias gerais são: minimização de recursos; escolha de recursos e processos de baixo impacto ambiental; otimização da vida dos produtos; extensão da vida dos materiais; e facilidade de montagem e desmontagem. (MANZINI e VEZZOLI, 2002)

Os autores destacam que a minimização e escolha de recursos são estratégias prioritárias, caracterizando a diminuição dos *inputs* e *outputs*. Num contexto de duração, intensificação de uso, ou reaproveitamento, cabem as estratégias de otimização e extensão. E a facilidade de desmontagem deve ser considerada de forma geral, sendo importante para as duas estratégias anteriores.

Crul e Diehl (2006), também, propõem linhas guia para o design eco-eficiente, agrupadas em 7 estratégias, algumas semelhantes às de Manzini e Vezzoli (2002) que abordam: seleção de materiais de baixo impacto; redução do uso de materiais; otimização das técnicas de produção; otimização dos sistemas de distribuição; redução do impacto durante o uso; otimização do tempo de vida; e otimização do sistema de fim-de-vida.

Já Fiksel (2009), resume suas propostas em 4 estratégias: projetar para a desmaterialização; projetar para desintoxicação; projetar para revalorização; e projetar para proteção e renovação dos recursos.

A inserção destas estratégias no desenvolvimento dos produtos tem passado por uma mudança de abordagens, tornando-as, cada vez mais, abrangentes. Pois, inicialmente, as principais ações correspondiam a soluções *end-of-pipe* (fim do tubo) – que buscam neutralizar os efeitos ambientais negativos gerados pelas atividades produtivas (MANZINI e VEZZOLI, 2002). Buscando uma abrangência maior de ação, passou-se a trabalhar o redesign dos produtos, observando-se, então, a substituição de processos e matérias-primas originais pelas menos poluentes (PODLASEK et. al., 2005).

Em um momento seguinte, passou-se a discutir os conceitos da Análise do Ciclo de Vida, uma abordagem denominada de Life Cycle Design (LCD - Design do Ciclo de Vida), através da busca pelo projeto do produto, levando em consideração todo seu ciclo de vida (MANZINI e VEZZOLI, 2002; CRUL e DIEHL, 2006).

Atualmente, tem-se buscado uma abordagem que não tenha mais o produto como ponto central, mas sim, tudo que envolve o processo, tendo como foco o sistema em torno da produção, o que se tem chamado de *Product Service System* – PSS - Sistema de Produto e Serviço (VEZZOLI, 2007). Porém, deve-se levar em consideração que, apesar da mudança de abordagem – sistêmica –, existe a necessidade de que o produto ofereça suporte ao sistema e que este mesmo produto – durante seu desenvolvimento – leve em conta uma diminuição de impactos ambientais, seja eco-eficiente.

2.4.2 Definições

Como já citado no Capítulo 1, esta dissertação toma como ponto de partida as ferramentas do design sustentável levantadas por Pigosso (2008). A referida autora desenvolveu um cadastro de **práticas** do ecodesign, incluindo métodos e ferramentas, com um número total de 105 práticas.

Inicialmente, foi necessário realizar uma classificação dessas práticas em método e ferramentas, separadamente. Para isso, foi necessário pesquisar os resumos, contidos no trabalho de Pigosso (2008), de cada uma dessas práticas e categorizá-las segundo as definições:

- Método: “1 Conjunto dos meios dispostos convenientemente para alcançar um fim e especialmente para chegar a um conhecimento científico ou comunicá-lo aos outros. 2 Ordem ou sistema que se segue no estudo ou no ensino de qualquer disciplina. (...) 4 Maneira de fazer as coisas; modo de proceder” (MICHAELIS, 2010), ou seja, um método estabelece o protocolo de utilização de ferramentas
- Ferramenta: “1 Qualquer instrumento ou utensílio empregado nas artes ou ofícios” (MICHAELIS, 2010).

Desta forma, as práticas caracterizadas por protocolos ou ordenamento de um conjunto de ações, para obtenção de um determinado fim, foram classificadas como métodos. Estes, inclusive, durante o seu procedimento, podem incluir o uso de ferramentas, que são instrumentos.

Utilizando-se desta classificação, a partir do levantamento de Pigosso (2008), das 105 práticas, foram identificadas 46 ferramentas (Apêndice A). Destas 46, foram elaboradas fichas técnicas de 15 ferramentas (Apêndices G e H). Estas 15 ferramentas foram selecionadas devido à maior quantidade de detalhes – e fontes de consulta disponíveis nos periódicos, anais e demais bibliografias consultadas – encontrados na revisão bibliográfica.

Essas fichas contém, além da descrição dos procedimentos da ferramentas, os critérios de classificação e seleção das mesmas, entendendo-se critérios por: aquilo que serve de norma para julgar, decidir ou proceder (MICHAELIS, 20011).

2.4.3 Critérios de Seleção Levantados na Literatura

O design tem um papel muito importante para a sustentabilidade, através da promoção e facilitação de resultados – de produtos ou serviços – eco-eficientes (VEZZOLI, 2007). Com o intuito de auxiliar o designer no processo de criação e acompanhamento, tornando-o mais embasado e estruturado, ferramentas específicas são desenvolvidas para apoiar o design sustentável. Estas trarão requisitos que possibilitarão um melhor desempenho ambiental e social no desenvolvimento de produtos.

Existem várias ferramentas para auxiliar o desenvolvimento de idéias (sistemas, produtos, serviços) sustentáveis, algumas com foco no produto (e o seu ciclo de vida), outras com foco em serviço, e as que buscam o desenvolvimento do sistema que abrange o produto somado ao serviço, ou mesmo substituem o produto por um serviço (VEZZOLI, 2007).

Segundo Baumann et al. (2002) os métodos e ferramentas podem ser classificados em seis categorias:

- As *frameworks* usualmente contêm ideias gerais do que pode guiar as considerações ambientais no desenvolvimento do produto.
- As *guidelines* e *checklists* têm natureza qualitativa, ou semi-quantitativa, listando problemas e princípios a serem considerados.
- *Rating* e *ranking* geralmente são quantitativas e simples; apresentando escalas métricas de análise ou comparação já definidas.
- As ferramentas analíticas tendem a apresentar grande abrangência, avaliando e medindo o desempenho ambiental dos produtos de forma quantitativa.
- Os softwares pretendem tratar grande quantidade de informação de maneira rápida, agilizando as respostas quanto à coleta de dados; e
- As ferramentas organizacionais contribuem para organizar as sequências de ação a serem desenvolvidas durante o processo.

Para Byggeth e Hochschorner (2006) os métodos e ferramentas são divididos com base em critérios de abrangência quanto ao ciclo de vida do produto, ao tipo de dados – qualitativos ou quantitativos (ou os dois) – e quantidade de informação que o mesmo dispõe ao usuário.

Vercalsteren (2001), por sua vez, propôs a classificação das ferramentas em quatro critérios: fase do PDP na qual a ferramenta pode ser inserida; o objetivo, dividindo em dois grupos – analíticas e de melhoria; tempo requerido para aplicação; e grau de complexidade da ferramenta.

De forma mais simplificada, Dewulf (2003), propõe uma classificação sob, apenas, dois critérios: tipo de resposta – genérica ou específica; e etapa do PDP para aplicação.

Com base nos critérios desenvolvidos por Baumann et al. (2002) e por Byggeth e Hochschorner (2006), Pigosso (2008) desenvolveu uma base de métodos e ferramentas do design sustentável, agrupando-os segundo:

- Natureza do objetivo principal do método/ferramenta – prescritiva, comparativa, analítica;
- Tipo – checklist, guideline, matriz, software;
- Natureza dos dados de entrada e saída – qualitativas ou quantitativas;

- Área de pesquisa em que foi originado – ecodesign ou PDP;
- Tempo demandado para uso;
- Custo de aplicação;
- Grau de especialização requerido pelos usuários;
- Fases do ciclo de vida consideradas;
- Aspectos ambientais considerados;
- Inserção do contexto do processo de desenvolvimento de produtos;
- Nível de maturidade de aplicação – teórico, experimental e consolidado;
- Método de avaliação ambiental;
- Nível de detalhamento identificado na literatura – superficial, sucinto, completo;
- Integração com outras ferramentas;
- Setor de aplicação

Como pode ser visto, Pigosso (2008) faz uma proposta bastante abrangente de critérios, porém, existem autores como Vercalsteren (2001) e Dewulf (2003) que buscam uma simplificação. Neste sentido, faz-se necessário buscar o estabelecimento de critérios que possam atender de forma precisa a categorização da ferramenta, mas que possa ser utilizado de forma mais prática por designers durante o PDP.

2.4.4 Visão do design quanto ao uso de ferramentas no PDP

Como citado anteriormente, o pré-desenvolvimento, deve compreender um posicionamento estratégico da empresa. Conforme afirma Pereira (2003, p. 4), “a questão ambiental deve ser considerada preliminarmente no design de produtos e de forma mais estratégica”.

Já nas fases de desenvolvimento de produto, Pereira (2003) entende, ainda, que a utilização de ferramentas do tipo *checklists* é bastante útil. Tais ferramentas

são fáceis de usar, necessitam menor conhecimento especializado, são mais eficientes em termos de tempo e possuem um caráter sistemático.

Existem também autores que defendem a utilização de ferramentas com abordagem qualitativa, pois acreditam que estas “ajudam a simplificar e reduzir o custo dessas avaliações e permitem a obtenção de respostas mais rápidas” (RAMOS e SELL, 2002).

Como dito por Lagerstedt (2003), designers querem indicações simples, que sejam adaptadas ao seu dia a dia, contendo informações fáceis de entender e rápidas de ler, e que, tanto quanto possível, dêem *feedback* no que diz respeito a mudanças relativas a demandas ambientais.

Designers buscam nas ferramentas uma orientação, uma curta, porém abrangente, lista de requisitos que sirvam como base para seu trabalho, tornando-o mais fácil e rápido. Necessitam também de exemplos, que mostrem onde podem chegar, além de materiais e técnicas de construção (LOFTHOUSE, 2006).

Desta forma, esta dissertação tem como objetivo estabelecer critérios que atendam às necessidades discutidas acima e, assim, buscar responder, de forma mais prática, à seleção das ferramentas pelos designers, durante o PDP.

2.4.5 Discussão

Observando os critérios destacados pelos autores Vercalsteren (2001), Dewulf (2003), Baumann et al. (2002), Byggeth e Hochschorner (2006), considerando as necessidades dos Designers levantadas por Pereira (2003), Lagerstedt (2003) e Lofthouse (2006), e tomando como base os critérios desenvolvidos por Pigosso (2008), as ferramentas, investigadas nesta dissertação, foram classificadas de acordo com os seguintes critérios:

- Categoria quanto ao tipo:
 - **Guideline:** Listam problemas ou princípios que devem ser considerados durante a projeção (BAUMANN et al., 2002).

- **Matriz:** Buscam a simplificação de análises sob diferentes critérios (SOARES, 2008)
- **Checklist:** Assim como as *guidelines*, fazem uma listagem de problemas e princípios, porém são aplicadas em forma de checagem da aplicação, ou não, destes determinados princípios (BAUMANN et al., 2002).
- **Software:** Buscam apresentar respostas de forma mais rápida, utilizando-se de uma base de dados advinda de *guidelines* ou *checklists* ou de exemplos para inspiração (BAUMANN et al., 2002).
- Quanto ao objetivo:
 - **Analíticas:** Visam identificar possibilidades de melhoria, do desempenho ambiental, nos produtos (GUELERE FILHO et al., 2009).
 - **Prescritivas:** Apresentam sugestões genéricas de melhoria, baseadas em preceitos do design sustentável (GUELERE FILHO et al., 2009).
 - **Comparativa:** Visam a comparação entre o desempenho ambiental de produtos, conceitos ou alternativas (GUELERE FILHO et al., 2009)
 - Devem ser consideradas, ainda, ferramentas que possuem objetivos híbridos
- Quanto ao tempo de execução
 - Quanto ao tempo de execução as ferramentas podem ser classificadas como **lenta**, ou **rápida**.
- Quanto ao custo:
 - Assim como para o tempo, as ferramentas podem ser classificadas quanto ao **alto** ou **baixo** custos necessários à aplicação das mesmas.
- Quanto aos dados de entrada e saída:
 - **Qualitativas:** são mais intuitivas, a entrada de dados é menor. Permitem realizar as primeiras avaliações sem realizar grandes

despesas (RIBEIRO, 2009); fornecem dados qualitativos, como prescrições ou recomendações (RIBEIRO, 2009)

- **Quantitativa:** Necessitam de dados de entrada numéricos e em maior número (RIBEIRO, 2009); fornecem resultados numéricos, têm a vantagem de constituir ferramentas objetivas, e verificáveis (RIBEIRO, 2009)
 - Existem ferramentas que possuem características qualitativas e quantitativas ao mesmo tempo
- Quanto à experiência prévia requerida:
 - Esta experiência prévia será medida através de uma avaliação da experiência prática prévia. Desta forma, de acordo com a requisição de experiência prévia necessária para aplicação da ferramentas, as mesmas podem ser classificadas segundo **alto** ou **baixo** níveis necessários.
- Quanto às fases do PDP:
 - As ferramentas podem ser classificadas segundo a fase do PDP passível de aplicação da mesma, a depender dos seus procedimentos e resultados. Podendo inserir-se tanto em todo o PDP, quanto em etapas específicas.

Estes critérios podem utilizados de forma preliminar para classificação das ferramentas, objetivando a pré-seleção das mesmas durante a pesquisa de campo. Porém, estas classificações devem ser revisadas de acordo com os resultados obtidos no estudo de campo, e, desta forma, estabelecer critérios mais adaptados às necessidades do designer.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo apresenta a seleção do método de pesquisa, o protocolo de coleta de dados bem como a estratégia de análise.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A análise da literatura veio a confirmar os argumentos apontados na definição do problema apresentado no Capítulo 01, apontando para a necessidade de instrumentalização do designer no processo de seleção de ferramentas para conduzir o PDP na direção da sustentabilidade. Dentre os trabalhos de destaque nesta temática destacam-se os trabalhos de Pigosso (2008) e Guelere Filho et. al. (2008), os quais direcionaram a estruturação da base de dados inicial desta dissertação.

No que diz respeito a critérios de classificação e seleção de ferramentas do design sustentável, existem trabalhos que desenvolvem critérios como é o caso de Pigosso (2008), que busca a classificação das ferramentas para aplicação num contexto empresarial, a partir das características deste. Já Vercalsteren (2001) e Dewulf (2003), propuseram uma classificação mais genérica, devido ao número reduzido de critérios.

Com o propósito de avaliar o nível de consolidação do tema no país, realizou-se um levantamento no que diz respeito a teses e dissertações que tratam do design e da sustentabilidade no Portal da CAPES, em seu Banco de Teses⁶. Nesta busca foram utilizadas como palavras-chave: design, sustentável, sustentabilidade e ecodesign; desta forma objetivando a identificação de dissertações na área do design. As teses e dissertações encontradas datam de 2000 a 2009.

⁶ Disponível em: <<http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/>>, Acessado em: 01 de novembro de 2010.

Os trabalhos foram identificados pela leitura de seus *abstracts* e palavras-chave. A partir desta identificação, foram encontrados 67 trabalhos, estando, os mesmos, agrupados segundo o tema, no quadro abaixo:

Tema	Quantidade
Design e Sustentabilidade(de forma geral)	31
Dimensão Ambiental do Design Sustentável	22
Educação voltada à sustentabilidade	6
Dimensão Social do Design Sustentável	5
Sistemas de Produto + Serviço	3

Quadro 1: Teses e dissertações levantadas.

Deste levantamento, apenas 3 trabalhos apresentaram de forma explícita no *abstract* a aplicação de ferramentas do design sustentável. Estas ferramentas restringiram-se à aplicação dentro do método de Análise do Ciclo de Vida. Os demais trabalhos focam na aplicação de requisitos teóricos em projetos.

No que diz respeito aos critérios de classificação de ferramentas do design sustentável, destaca-se o trabalho de Pigosso (2008), que trás uma importante contribuição ao tema, porém foi desenvolvido por grupos de pesquisa de engenharia de produção. Desta forma, persiste a dúvida quanto a sua validade de aplicação por profissionais e estudantes de Design.

Neste contexto, diante de um baixo volume de pesquisas relacionadas diretamente aos critérios de seleção de ferramentas, pode-se caracterizar, portanto, a presente pesquisa como **exploratória**.

Como afirma Raupp e Beuren (2003), a pesquisa exploratória consiste no aprofundamento de conceitos preliminares sobre determinada temática quando a mesma não está contemplada de modo satisfatório anteriormente. Desta forma, contribui para o esclarecimento de questões a respeito de um determinado assunto.

3.2 SELEÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

Esta dissertação pretende o desenvolvimento de critérios de seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável, para inserção no PDP.

Por se tratar de um problema de caráter exploratório na área do Design, propõe-se seguir uma abordagem qualitativa, cuja análise de dados deverá apresentar uma natureza interpretativa, objetivando descrever e interpretar as necessidades do designer quanto ao uso de ferramentas durante o PDP.

A abordagem qualitativa permite a atribuição de significados a coisas ou a interações sociais, que podem ser descritas e analisadas sem a necessidade de dados estatísticos (CHIZZOTTI, 2003). Essas atribuições partem de significações, sentidos e valores, de conteúdo humano, necessitando, desta forma, que o pesquisador atue interpretando esses dados (JESUS, 1998). Como no caso desta pesquisa, que pretende a identificação de critérios para seleção de ferramentas, da dimensão ambiental do design sustentável, baseados na ótica do designer.

A presente pesquisa pretende a resolução de um problema de forma coletiva. Resolução na qual os pesquisadores e os participantes são envolvidos de modo cooperativo ou participativo, o que permite ao pesquisador uma visão interna dos acontecimentos (THIOLLENT, 1947; YIN, 2005). Além disso, caracteriza-se por possuir uma finalidade prática.

Devido a essas características o método escolhido foi a **pesquisa-ação**, ou pesquisa participativa. De acordo com Thiollent (1947) a pesquisa-ação objetiva a produção de guias ou regras práticas para resolver os problemas e planejar as ações correspondentes para tal.

Como conceituado por Barbier (1985) a pesquisa ação envolve no processo de pesquisa os membros da comunidade pesquisada. Como relatado pelo autor, a pesquisa-ação possui princípios que a regem, iniciando por seu objetivo de conhecer a prática da atividade que se está estudando, como no caso desta dissertação, que busca desenvolver critérios que atendam às necessidades da atividade do design quanto ao uso de ferramentas durante a projeção.

No que diz respeito ao andamento da pesquisa, Thiollent (1947) argumenta que a pesquisa-ação opera de acordo com instruções pré-definidas, mas que estas, ao longo da pesquisa, podem ser afirmadas ou negadas, podendo ser substituídas ou complementadas. No caso desta dissertação o protocolo de coleta de dados é pré-definido, mas é passível de alteração na etapa de campo devido justamente à interação com o objeto pesquisado. Além disso, a hipótese predefinida poderá ser

confirmada, ou negada, ou, ainda, alterada de acordo com o andamento da pesquisa e a inserção de variáveis obtidas através dos participantes.

Como pode ser visto, os objetivos desta dissertação correspondem às propostas da pesquisa-ação, pois, neste trabalho, busca-se o desenvolvimento de critérios para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável.

3.3 VISÃO GERAL DA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa é compreendido por basicamente duas fases: o levantamento bibliográfico e a pesquisa-ação propriamente dita.

A primeira fase do trabalho concentrou-se na revisão bibliográfica a respeito dos modelos de referência para o PDP e os métodos e ferramentas da dimensão ambiental da sustentabilidade, resultando em uma classificação prévia das ferramentas segundo critérios obtidos desta literatura.

Esta revisão incluiu livros e artigos, principalmente de periódicos como *Journal of Cleaner Production*; *Product: Management & Development*; *Journal of sustainable product design*; *Design Studies*; *The International Journal of Life Cycle Assessment*; Estudos em Design; entre outros. Outras fontes de artigo foram os anais de eventos como P&D Design, além de teses e dissertações.

Dos trabalhos analisados, que serviram para embasamento da dissertação, podem ser agrupados no que diz respeito à sua proposta central, dentre estes, destacam-se: à caracterização e aplicação de métodos e ferramentas (LAGERSTEDT et al., 2003; HALOG, 2006; DIEHL et al., 2002; LUTTROPP e LAGERSTEDT, 2006; BRAS, 1997); a inserção da sustentabilidade no PDP (PEREIRA, 2003; VARŽINSKAS et al., 2007; CHARTER e TISCHNER, 2001); classificação de métodos e ferramentas (PIGOSSO, 2008; GUELERE FILHO et al., 2008; BYGGETH e HOCHSCHORNER, 2006; BAUMANN, 2002; VERCALSTEREN, 2001; DEWULF, 2003); o designer e a sustentabilidade (WALKER e DORSA, 2002; LOFTHOUSE, 2004; LOFTHOUSE, 2006).

Como citado no Capítulo 2, foram elaboradas Fichas Técnicas de 15 (Apêndices G e H), das 46, ferramentas levantadas na literatura. Estas 15 ferramentas foram selecionadas devido à maior quantidade de detalhes – e fontes nos periódicos, anais e demais bibliografias consultadas – encontrados na revisão bibliográfica.

As Fichas Técnicas contém uma classificação das ferramentas segundo os critérios obtidos na literatura (quanto ao tipo, ao objetivo, ao tempo de execução, ao custo, aos tipos de dados de entrada e saída, à experiência prévia requerida e às fases do PDP). Desta forma, é possível fazer uma pré-classificação de quais ferramentas podem ser mais adequadas para cada situação identificada – fase do PDP, contexto do projeto e nível de experiência prévia do designer.

Esta pré-classificação resultou em uma Matriz de Seleção de Ferramentas na qual as ferramentas podem ser “filtradas” de acordo com os critérios escolhidos – baseado no trabalho de Pigosso (2008). Na Figura 2, pode ser visto um esquema gráfico da pesquisa.

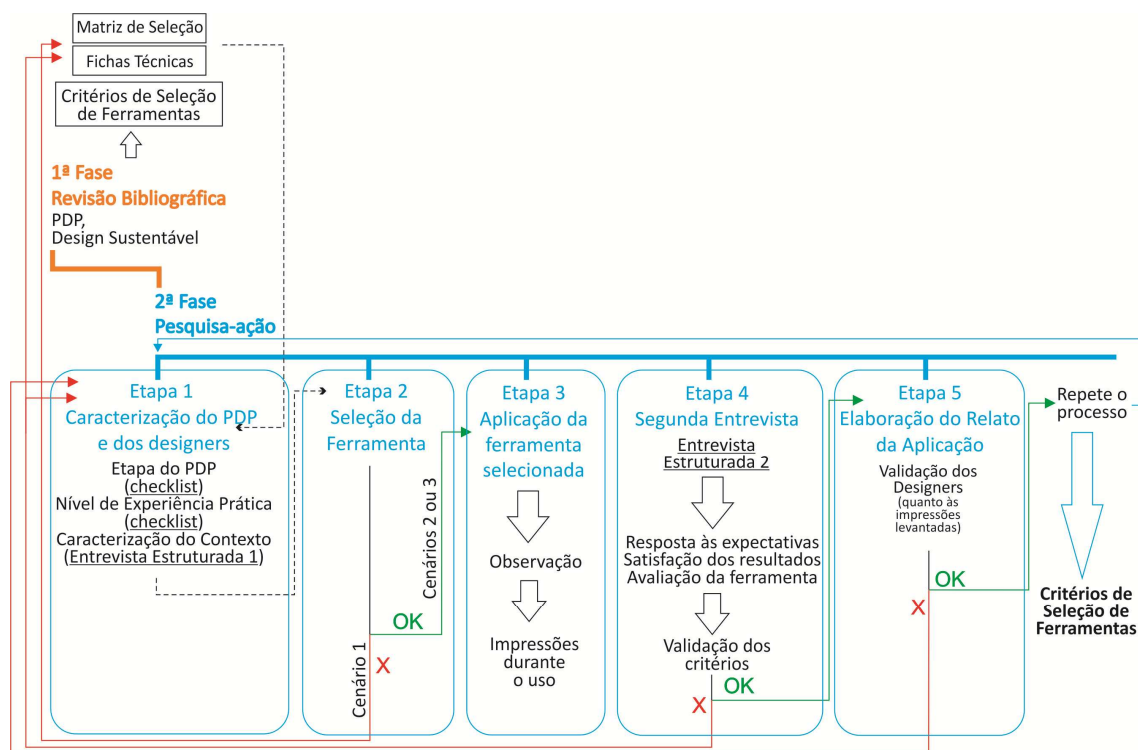


Figura 2: Esquema gráfico da pesquisa.

Esta classificação das ferramentas – presente na matriz – e suas fichas técnicas possibilitaram, então, a entrada à segunda fase, de campo. Estes critérios propostos preliminarmente foram, então, utilizados na fase seguinte da pesquisa, caracterizada pela pesquisa-ação. Nesta fase, os critérios, foram avaliados em uma situação real de projeto, inserindo as ferramentas num contexto de PDP.

A **primeira etapa** do protocolo de pesquisa envolve a aplicação de três ferramentas com o objetivo de obter subsídios para a pré-seleção da ferramenta do design sustentável; envolvendo a seguinte ordem de aplicação:

- *CheckList* “Identificação da Etapa do PDP” (Apêndice C): permite a identificação da etapa que se encontra o processo de desenvolvimento de produto, a partir do modelo de Rozenfeld et al. (2006);
- *Checklist* de “Auto-Avaliação quanto a Experiência Prática do Designer no Design Sustentável” (Apêndice D): possibilita a identificação da experiência do designer quanto à aplicação prática do design sustentável, utilizando para tal as estratégias de design sustentável propostas por Manzini e Vezzoli (2002);
- Entrevista Estruturada 1 para “Caracterização do Contexto” (Apêndice E): a partir dos critérios de seleção de ferramentas de eco-design levantados na literatura, elaborou-se uma estrutura de questões que contribuem para a definição da ferramenta mais adequada ao contexto da ação.

Na **segunda etapa** do protocolo, através do cruzamento dos dados obtidos na “Identificação da Etapa do PDP”, na “Auto-Avaliação” e na Entrevista Estruturada 1, realiza-se uma pré-seleção de ferramentas. As ferramentas consideradas nesta seleção são aquelas apontadas no levantamento de Pigosso (2008). As ferramentas pré-selecionadas são, então, apresentadas aos designers, para aplicação no projeto.

Subsequentemente, ocorre a **terceira etapa**, que consiste na efetiva aplicação da ferramenta. Esta etapa inclui a compreensão teórica da ferramenta pelos designers junto ao pesquisador, através da leitura e discussão da “Ficha Técnica” (Apêndices G e H) da ferramenta selecionada. Posteriormente, junto ao pesquisador, aplica-se a ferramenta.

Na **quarta etapa** do protocolo, realiza-se a “avaliação da aplicação da ferramenta” utilizando-se da Entrevista Estruturada 2 (Apêndice F). Esta entrevista busca avaliar se, na aplicação, a ferramenta correspondeu às características descritas nas Fichas Técnicas, o que inclui tanto a descrição de sua aplicação como o critério de seleção. Neste sentido, Yin (2005) classifica as situações em replicações literais ou replicações teóricas, ou seja, caso os resultados obtidos sejam semelhantes aos previstos tem-se uma replicação literal, mas se forem contrastantes, tem-se a replicação teórica. Deve-se levar em consideração que as situações contrastantes também devem ser previstas e as mesmas tem papel importante na validação da proposição original.

Finalmente, na **quinta etapa** para obter a validação dos resultados, é elaborado um documento contendo um relato com a descrição da aplicação e dos resultados da ferramenta, assim como das impressões dos designers acerca da sua efetividade.

Este relato contém, ainda, uma comparação com as descrições e recomendações apontadas na literatura; além de incluir sugestões de melhoria da própria ferramenta e dos critérios para sua seleção no PDP. Este documento, então, retorna aos designers para que confirmem, ou não, a pertinência da análise realizada pelo pesquisador.

3.4 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

Nesta seção serão caracterizados os procedimentos para realização da pesquisa-ação neste trabalho.

3.4.1 Etapa 1: Caracterização do PDP e dos designers

Como descrito anteriormente, esta etapa compreende a aplicação de três ferramentas, incluindo dois *checklists* e uma entrevista estruturada. Estas três

ferramentas buscam responder aos critérios para pré-seleção da ferramenta do design sustentável.

No primeiro momento é realizada a identificação da etapa na qual o PDP, em andamento, se encontra e a ferramenta utilizada é um *checklist* (Apêndice C). Este *checklist* foi desenvolvido pelo grupo NUMA - Núcleo de Manufatura Avançada, do Departamento de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de Produção de São Carlos, da Universidade de São Paulo. O *checklist* apresenta as macro-fases, fases e as atividades que as compreendem durante a aplicação do PDP, seguindo o modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006).

O segundo critério identificado é o nível de experiência prática prévia do designer na dimensão ambiental do design sustentável. Para obtenção desta avaliação, os designers realizam uma auto-avaliação quanto ao seu nível de experiência relativa à prática das estratégias da dimensão ambiental do design sustentável. Para isso é aplicado um segundo *checklist*, apresentado no Apêndice D. Para elaboração deste *checklist*, foram tomados como base as estratégias propostas por Manzini e Vezzoli (2002).

Por fim, é aplicada a Entrevista Estruturada 1 (Apêndice E) com os designers. Esta entrevista busca responder aos critérios de caracterização do contexto através da identificação das necessidades e expectativas, dos designers, em relação ao uso de ferramenta(s) durante o processo do PDP. Esta caracterização do contexto do projeto foi feita de acordo com os critérios de classificação pré-estabelecidos pela literatura (Seção 2.4.4).

Como se pode ver, o desenvolvimento da pesquisa-ação, neste trabalho, sofre a influência do contexto, como argumenta Barbier (1985) quanto à possibilidade de o método ser influenciado pelo objeto da pesquisa. Nesta dissertação, a aplicação das ferramentas estará submetida ao andamento do PDP em questão.

3.4.2 Etapa 2: Seleção da Ferramenta

Os critérios avaliados na Etapa 1 (etapa do PDP, caracterização do contexto e nível de experiência prévia do designer) são, então, cruzados com as indicações apontadas na literatura. Para isso, utilizam-se os critérios contidos na Matriz de Seleção de Ferramentas. Nesta matriz é realizada uma pré-seleção das ferramentas a partir dos critérios obtidos na Entrevista Estruturada 1. No Quadro 2, abaixo podem ser vistas como são classificadas as Ferramentas – cujas Fichas Técnicas estão nos Apêndices (G e H) – nesta matriz, segundo os critérios preliminares apresentados.

Nome da Ferramenta	Recomendações	Análise	Comparação
10 Regras de Ouro	X	X	
Análise ABC		X	X
Assistente para um Design Verde			X
Checklist do EcoDesign	X	X	
Diagrama de Avaliação dos Eco-Materiais			X
Eco-Cathedra	X		
Eco-Compasso			X
Information/Inspiration	X		
Lista Estratégica do EcoDesign	X	X	
Matriz DfE	X	X	X
Matriz do Eco-design			X
Matriz EcoFuncional			X
Matriz MECO		X	X
Matriz MET	X	X	
Roda Estratégica do Ecodesign	X	X	X

Quadro 2: Matriz de Seleção de Ferramentas - Classificação das Ferramentas segundo o critério: objetivos (Recomendações, Análise, Comparação).

No Quadro 2, pode ser vista uma parte da Matriz de Seleção de Ferramentas, na qual as linhas correspondem às ferramentas cadastradas e as colunas, suas características relativas aos critérios estabelecidos (neste exemplo foi considerado apenas o critério de Tipo de Objetivo; a Matriz de Seleção de Ferramentas pode ser vista com maior detalhamento no Apêndice B). Desta forma a ferramenta é caracterizada (com sim ou não) para cada um dos critérios.

Com base nos critérios obtidos na Etapa 1, é possível filtrar as características requisitadas, chegando à(s) ferramenta(s) pré-selecionada(s). Desta pré-seleção podem derivar três possíveis cenários:

- Cenário 1: Nenhuma ferramenta é selecionada – no caso de, nesta pré-seleção, não haver uma ferramenta como resposta, tem-se como possíveis soluções: a necessidade de revisão das ferramentas (podendo haver a possibilidade de adaptação de alguma destas), devendo-se, conseqüentemente, revisar os critérios; ou, a existência de uma possível lacuna (falta de ferramenta para este contexto específico).
- Cenário 2: Retorna 1 ferramenta – neste caso, a ferramenta é aplicada pelo grupo.
- Cenário 3: Retorna mais de 1 ferramenta – nesta situação, as ferramentas são levadas aos designers, é feita uma leitura prévia das fichas técnicas e, a partir dessa análise uma ferramenta é selecionada para ser aplicada. As razões e argumentos desta seleção são anotados para posterior utilização na revisão dos critérios.

Esta etapa conta com a participação do pesquisador junto aos designers, como Barbier (1985) argumenta, no que diz respeito à pesquisa ação, existe a necessidade de uma relação de diálogo entre pesquisador e o objeto da pesquisa. Thiollent (1947) complementa, ainda, que os problemas colocados e as soluções encontradas são discutidos entre pesquisador e participantes, tanto quanto os meios e as ações para chegar aos resultados.

3.4.3 Etapa 3: Aplicação da ferramenta selecionada

A aplicação das ferramentas compreende duas sub-etapas: iniciando-se o processo com uma compreensão teórica, para a posterior aplicação. Todo o processo, envolvendo as duas sub-etapas, é gravado (filmagem ou áudio) para análise posterior.

Na primeira sub-etapa, a compreensão teórica é feita através de uma leitura da Ficha Técnica e discussão da ferramenta entre os participantes. Nesta discussão são debatidas – em relação ao contexto do projeto – as possíveis aplicações da ferramenta, adaptações necessárias, além de, inicialmente, checar a sua compatibilidade com os critérios obtidos na literatura.

A realização desta compreensão – conhecimento da ferramenta – somente, após a seleção da ferramenta, se faz necessária pela intenção de avaliar a eficácia dos critérios constantes na Matriz de Seleção, mesmo para designers sem prévio conhecimento das ferramentas.

Após o processo de capacitação, é realizada a segunda sub-etapa, na qual a ferramenta é aplicada, com o auxílio do pesquisador. Esta aplicação deve seguir o roteiro previsto nas Fichas Técnicas de cada ferramenta.

Durante a aplicação o pesquisador participa da aplicação, discutindo com os designers a ferramenta. Além disso, é feita a gravação (em vídeo ou áudio) da aplicação para que o pesquisador possa analisar a atividade, dessa forma, as impressões obtidas pela observação direta – durante a aplicação – podem ser ratificadas e registradas.

3.4.4 Etapa 4: Entrevista Estruturada 2

Como citado anteriormente, após a aplicação da ferramenta no projeto, é realizada a Entrevista Estruturada 2 (Apêndice F), através da qual são identificadas as impressões dos designers, após a utilização, quanto à aplicação e os resultados obtidos pelo uso da ferramenta.

Desta forma, os critérios utilizados – para seleção das ferramentas – podem ser confrontados com a literatura, pois é checado se a ferramenta atendeu às expectativas iniciais (obtidas na Entrevista Estruturada 1) ou se a mesma está adequada aos critérios teóricos e à descrição contidos na Ficha Técnica. Através dessa validação, pode ser verificada a necessidade de aperfeiçoamento dos

critérios, para que atendam de forma mais eficaz aos requisitos do designer, facilitando a identificação da ferramenta necessária ao projeto.

No que diz respeito à aplicação da ferramenta, a Entrevista Estruturada 2 apresenta-se, também, como parâmetro de avaliação da mesma. Mesmo no caso da ferramenta ter atendido aos critérios, é possível identificar, através do uso e dos resultados obtidos, possíveis lacunas ou pontos de conflito na estrutura ou conteúdo da ferramenta. Estas questões podem ser, também, levantadas durante o uso, no caso de dúvidas quanto aos procedimentos da ferramenta aplicados no projeto, observados nas gravações.

Com estes dados é, então, possível estabelecer recomendações não só para aplicação, mas também de alterações na estrutura da ferramenta, seja com retirada ou acréscimo de elementos ou fases. Outro cenário possível é a fusão de ferramentas, possibilitando a complementação de conteúdos e objetivando melhores resultados.

3.4.5 Etapa 5: Elaboração do Relato da Aplicação

Como mencionado anteriormente, o processo de aplicação da ferramenta é gravado, para posterior análise do pesquisador. A análise das gravações objetiva identificar os comentários dos designers a respeito dos procedimentos da ferramenta e o atendimento – da ferramenta – às necessidades do projeto. Além disso, esses dados podem ser confrontados com os obtidos na Entrevista Estruturada 2 – realizada ao término da aplicação.

A confrontação desses dados, além do relato da aplicação da ferramenta são, então, compilados num documento pelo pesquisador. Este documento é, então, levado aos designers – que participaram do processo – para que os mesmos possam avaliar os dados quanto às suas impressões.

Na entrega do documento aos participantes da aplicação é requerido aos mesmos que observem: se as análises são condizentes à aplicação desenvolvida; se há discordância – do designer – em relação a algum dos pontos levantados –

pelo pesquisador; se existem pontos relevantes que não foram relatados; e, por fim, se alguma impressão do uso não tenha sido citada. Desta forma, os dados levantados e avaliados pelo pesquisador, são validados pelo grupo participante.

3.4.6 Estratégia de análise e validação dos dados

A estratégia geral de análise dos dados é de triangulação de dados, na qual, dados obtidos por diferentes técnicas e fontes são analisados individualmente e, posteriormente, comparados e discutidos entre si.

Nesta pesquisa, inicialmente, os dados obtidos na literatura – comparando-se conceitos e definições de diferentes autores – são analisados, resultando em critérios iniciais para seleção das ferramentas (Revisão Bibliográfica).

Posteriormente, são cruzados dados relativos à caracterização do PDP, o contexto do projeto, e experiência prática do designer para obtenção das características necessárias para seleção da ferramenta (Etapa 1 do Protocolo).

Essas características identificadas são, então, comparadas com os critérios obtidos na literatura, resultando em uma pré-seleção de ferramentas. Essas ferramentas pré-selecionadas são levadas aos designers que, junto ao pesquisador, podem validar a sua escolha. A partir dessa escolha, a ferramenta é aplicada no projeto em andamento (Etapas 2 e 3 do Protocolo).

Dessa aplicação resultam documentos contendo o relato da aplicação e os resultados da análise da observação e da Entrevista Estruturada 2, que foram avaliados pelos designers participantes do processo (Etapas 4 e 5).

Desta forma, podem ser **triangulados** os dados obtidos na **literatura**, os dados obtidos na **Etapa 1** do protocolo e os dados obtidos nos **relatos das aplicações** práticas das ferramentas.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo são descritas as atividades que envolveram a aplicação das ferramentas, assim como as análises e resultados obtidos.

Além disso, serão descritos os projetos que envolveram o contexto de aplicação das ferramentas, desta dissertação, compreendido por projetos de pesquisa desenvolvidos pelo Núcleo de Design e Sustentabilidade, da UFPR.

4.1 PROJETOS DE PESQUISA ENVOLVIDOS

Nesta seção será dada uma breve caracterização dos projetos desenvolvidos pelo NDS da UFPR, que tiveram relação direta com o desenvolvimento desta dissertação.

4.1.1 Projeto Amana

Objetivando a aplicação das ferramentas, tomou-se como um dos objetos de estudo o Projeto Amana⁷, desenvolvido no Núcleo de Design e Sustentabilidade da UFPR. Coordenado pelo professor Dr. Aguinaldo dos Santos, composto pela seguinte equipe de designers e pesquisadores (contando com o próprio autor desta dissertação):

- João Victor Pereira: Graduação em design (2005), com ênfase em produto, e Mestrado em Gestão da Tecnologia, Inovação e Conhecimento (2008). Bolsista, participa de projetos de pesquisa junto ao NDS, desde 2010;

⁷ Aprovado em edital do CNPq; número do processo 556197/2009-7

- Cláudia Zacar: Graduação (2006) e Mestrado (2009) em Design, com ênfase em produto. Bolsista, participa de projetos de pesquisa junto ao NDS, desde 2009;
- Alessandra Enricone: Graduação (2010) em design, ênfase em produto. Bolsista IC, participa de projetos de pesquisa junto ao NDS, desde 2007;
- Jairo da Costa Jr.: Graduação em design (2006), ênfase em produto, Especialização (2008) em design gráfico, Especialização (2008) em Formação para Magistério Superior. Mestrando, participa de projetos de pesquisa junto ao NDS, desde 2010.;
- Nivaldo Gomes: Graduação (2007) em design, ênfase em produto. Mestrando, participa de projetos de pesquisa junto ao NDS, desde 2009.

Deve-se ressaltar que, por se tratar de um grupo de trabalho dinâmico, as aplicações nem sempre contaram com o grupo completo. Entretanto, todos, que participaram da aplicação, fizeram sua auto-avaliação quanto à experiência prévia, havendo, assim, uma uniformidade de informações a respeito dos mesmos.

O projeto Amana visa o desenvolvimento de soluções para coleta de água pluvial na habitação de interesse social, através de um Sistema Produto-Serviço, em parceria com a empresa Tigre S. A.

Durante as etapas identificadas do PDP, em andamento, do projeto, foram aplicadas 4 ferramentas, selecionadas a partir das 15 cadastradas, cujas Fichas Técnicas encontram-se no Apêndice (G e H).

4.1.2 Projeto EcoAgregado

O Projeto EcoAgregado⁸ representa uma parceria entre grupos de pesquisa dos programas de Pós-Graduação em Construção Civil e Pós-Graduação em Design

⁸ Número de protocolo 13852 – Fundação Araucária; e registro FINEP, 0759/08

da Universidade Federal do Paraná. Este último representado pelo Núcleo de Design e Sustentabilidade – NDS, além da Empresa Soliforte Reciclagem Ltda..

As contribuições do Design para o projeto encontravam-se sob a coordenação do professor Dr. Aguinaldo dos Santos, o qual contava com uma equipe de designers e pesquisadores formada por (contando com o próprio autor desta dissertação):

- Ivana Marques: Graduação (2008) em design, concluindo Especialização em EcoDesign (2011), iniciando Mestrado (2011) em design, com ênfase em produto. Participa de projetos de pesquisa junto ao NDS, desde 2009;
- Anderson Lee: Graduando em Design, com ênfase em produto. Bolsista de IC, participa de projetos de pesquisa junto ao NDS, desde 2010;
- Nivaldo Gomes: Graduação (2007) em design, ênfase em produto. Mestrando, participa de projetos de pesquisa junto ao NDS, desde 2009.

A empresa Soliforte Reciclagem Ltda. atua na área de reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) na região metropolitana de Curitiba desde 2007. Na época da pesquisa a empresa produzia apenas agregados reciclados para a construção civil, constituídos de areia, brita, pedrisco e rachão. Com este projeto, a empresa pretendia integrar em seu portfólio uma linha de pré-moldados, fabricados com o agregado reciclado, direcionados à habitação de interesse social.

4.2 CRITÉRIOS PRELIMINARES UTILIZADOS

Como citado no Capítulo 3, para entrada na pesquisa de campo, foram elaboradas Fichas Técnicas (Apêndices G e H), contendo os critérios de seleção característicos de cada ferramenta, assim como a descrição do seu procedimento.

Durante a elaboração dessas Fichas Técnicas, percebeu-se a possibilidade de desenvolver uma representação gráfica para os critérios, de forma a facilitar a leitura e identificação dos mesmos, em relação à determinada ferramenta.

Ainda nesta fase de elaboração das Fichas Técnicas, foi percebida a necessidade de desenvolvimento de uma quinta categoria em relação aos tipos, acrescentando à *guideline*, *matriz*, *checklist* e *software*, o diagrama. Esta necessidade se deu pelo fato das ferramentas que se caracterizam por apresentar um diagrama de teia implicarem, na sua aplicação, um resultado gráfico, tornando-se um diferencial entre as outras.

Inicialmente, ainda preliminarmente às aplicações, foram feitas algumas alterações na nomenclatura dos critérios, com o objetivo deixá-los mais claros, principalmente na aplicação da Entrevista Estruturada 1. Desta forma, o termo “tipos” foi substituído por “procedimentos”, enquanto que “objetivos” foi substituído por “tipos de resultados”.

Desta forma, os critérios e suas representações gráficas podem ser vistos na Figura 3.

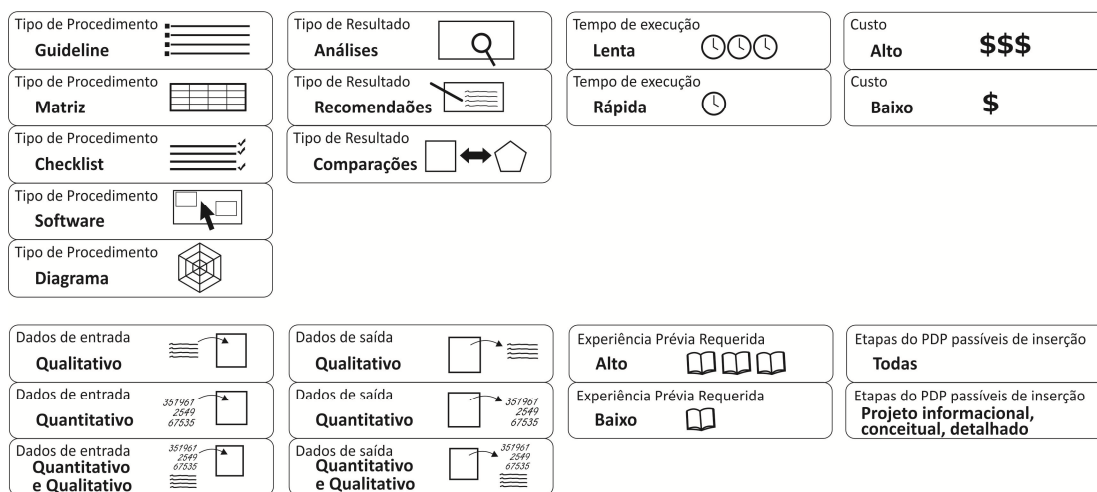


Figura 3: Representação gráfica dos critérios preliminares de seleção de ferramentas.

Estes critérios puderam, então, ser testados durante a pesquisa-ação realizada neste trabalho.

4.3 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS

Nesta seção, serão descritas as atividades que envolveram a aplicação das ferramentas em diferentes projetos, objetivando a validação dos critérios, assim como obter conhecimento prático no uso das ferramentas no PDP.

4.3.1 Síntese de ações do Protocolo

Conforme descrito no protocolo – Capítulo 3, Seção 3.4 – a pesquisa-ação está dividida em cinco Etapas. Estas cinco Etapas foram aplicadas em seis Ciclos – este número de ciclos se deu pelas possibilidades relativas ao andamento dos projetos (Amana e EcoAgregados). Desta forma, para facilitar a compreensão do andamento dos Ciclos e de cada Ciclo individualmente, os mesmos serão descritos a partir da Etapa correspondente.

De forma sintética, cada Etapa deve compor a realização de (Quadro 3):

Etapa	Atividade
Etapa 1	Caracterização do PDP e dos Designers: através da aplicação dos Checklists – Apêndices C e D –, e da Entrevista Estruturada 1 – Apêndice E.
Etapa 2	Seleção da ferramenta: utilizando-se o cruzamento dos dados obtidos na Etapa 1 e os dados contidos na Matriz de Seleção de Ferramentas (Apêndice B) e nas Fichas Técnicas (Apêndices G e H)
Etapa 3	Aplicação da ferramenta selecionada: utilizando-se as Fichas Técnicas (Apêndices G e H)
Etapa 4	Aplicação da Entrevista Estruturada 2 – Apêndice F
Etapa 5	Elaboração do Relato de Aplicação e validação dos dados analisados com os designers participantes

Quadro 3: Síntese de atividades para as Etapas do protocolo.

Dentro das seções referentes à cada Ciclo de aplicação, as Etapas são identificadas pela numeração correspondente (Quadro 3), acrescentando-se a esta a numeração do Ciclo correspondente. Por Exemplo: a aplicação da Etapa 1, no primeiro Ciclo, será identificada por **Etapa 1- C1**, assim como a Etapa 3, do segundo Ciclo será, **Etapa 3-C2**, aplicando-se a mesma lógica nas Etapas subseqüentes.

4.3.2 Primeiro Ciclo de Aplicação – Roda Estratégica do EcoDesign – Projeto Amana

Na **Etapa 1-C1**, a obtenção de uma caracterização inicial foi realizada – conforme descrito no protocolo – por meio da aplicação das três ferramentas (*checklists* e entrevista estruturada). Inicialmente, foi pedido ao grupo que utilizasse a *checklist* do PDP (Apêndice C), para reconhecimento da fase atual do projeto.

De acordo com o resultado do *checklist*, a fase na qual se encontrava o projeto (no contexto da primeira aplicação) caracterizou-se pelo “Projeto Informacional”, mais especificamente na “Definição das Especificações-meta do Produto”. Nesta fase do projeto, o grupo estava desenvolvendo os requisitos ambientais para criação de coletores de água de chuva.

De posse da caracterização do PDP, o grupo do projeto respondeu ao *checklist* da experiência prévia. Neste quesito, grande parte do grupo caracterizou-se por um grau de experiência de médio para alto, já havendo trabalhado com diversas estratégias da dimensão ambiental do design sustentável. Tendo como base as 34 estratégias (presentes no Apêndice D), os membros do grupo já haviam trabalhado com: 31, 26, 17, 18, 22.

Na caracterização do contexto, utilizando-se da Entrevista Estruturada 1 (Apêndice E), os critérios para a seleção da ferramenta foram:

- Dados de entrada e saída qualitativos;
- Tempo e custos mínimos;
- Obter como resultados recomendações (requerida, inclusive, pelas características da fase – definição das especificações meta)
- Além de obter um resultado gráfico.

Na **Etapa 2-C1**, a ferramenta foi selecionada e, pelas características requisitadas, foi obtida apenas uma ferramenta como resultado, e a ferramenta adotada, inicialmente, foi a Roda Estratégica do EcoDesign. Para isso, foi utilizada a Matriz de Seleção de Ferramentas, sua aplicação será demonstrada⁹ em passos, para tornar mais explícita a realização desta Etapa (esta mesma atividade é realizada nos outros ciclos, com os dados correspondentes).

Utilizando-se da Matriz de Seleção – composta das 15 ferramentas que possuem as Fichas Técnicas –, as ferramentas podem ser filtradas de acordo com os critérios requisitados na Etapa 1. Neste caso, foi requisitada uma ferramenta cujo procedimento possua um resultado gráfico (Diagrama – em destaque no quadro 4):

Critérios/ Nome da Ferramenta	10 Regras de Ouro	Análise ABC	Assistente para um Design Verde	Checklist do EcoDesign	Diagrama de Avaliação dos Eco-Materiais	Eco-Cathedra	Eco-Compasso	Information/Inspiration	Lista Estratégica do EcoDesign	Matriz DfE	Matriz do Eco-design	Matriz EcoFuncional	Matriz MECO	Matriz MET	Roda Estratégica do Ecodesign
Recomendações	X			X		X		X	X	X				X	X
Análise	X	X		X					X	X			X	X	X
Comparação		X	X		X		X			X	X	X	X		X
Checklists				X								X			
Guidelines	X								X			X			X
Matrizes		X								X	X	X	X	X	
Softwares						X		X							
Diagrama			X		X		X								X
Dados de Entrada Qualitativos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dados de Entrada Quantitativos			X				X	X		X	X	X	X	X	
Dados de Saída Qualitativos	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X
Dados de Saída Quantitativos										X	X	X	X	X	
Baixo Consumo de Tempo	X	X			X	X	X	X	X	X				X	X
Alto Consumo de Tempo			X	X							X	X	X		
Alto Custo															
Baixo Custo	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Experiência Prévia Alta	X	X	X				X				X		X		X

⁹ Na demonstração a ordem de linhas e colunas, da Matriz de Seleção, foi invertida para que a mesma pudesse de adequar ao layout da página.

Experiência Prévia Baixa				X	X	X		X	X	X		X		X	
Inserção no contexto do PDP	Abrange todas as fases do PDP	Principalmente escolha de materiais (projeto detalhado).	projeto detalhado	projeto informacional e conceitual	projeto detalhado, conceitual	todas	avaliação do produto pronto	Todas	Conceitual	Todas	projeto informacional e conceitual	projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado	Projeto conceitual, projeto detalhado	projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado	durante todo o PDP

Quadro 4: Matriz de Seleção de Ferramentas, demonstração de aplicação.

A partir da filtragem da coluna de Diagrama – relativa ao tipo de procedimento, são obtidas quatro ferramentas:

Crítérios/ Nome da Ferramenta	Assistente para um Design Verde	Diagrama de Avaliação dos Eco-Materiais	Eco-Compasso	Roda Estratégica do Ecodesign
Recomendações				X
Análise				X
Comparação	X	X	X	X
Checklists				
Guidelines				X
Matrizes				
Softwares				
Diagrama	X	X	X	X
Dados de Entrada Qualitativos	X	X	X	X
Dados de Entrada Quantitativos	X		X	
Dados de Saída Qualitativos	X	X	X	X
Dados de Saída Quantitativos				
Baixo Consumo de Tempo		X	X	X
Alto Consumo de Tempo	X			
Alto Custo				
Baixo Custo	X	X		X
Experiência Prévia Alta	X		X	X
Experiência Prévia Baixa		X		
Inserção no contexto do PDP	projeto detalhado	projeto detalhado, conceitual	avaliação do produto pronto	durante todo o PDP

Quadro 5: Matriz de Seleção de Ferramentas, ferramentas filtradas a partir dos critérios requeridos.

A partir desta Matriz (no Quadro 5), pode-se perceber que, de acordo com o tipo de resultado requerido (recomendações), a única ferramenta selecionada é a Roda Estratégica do EcoDesign, além disso, pode-se perceber que a mesma também se enquadra nos outros critérios: baixos consumo de tempo e custo, dados de entrada e saída qualitativos, além de se enquadrar no nível de experiência e etapa do PDP.

A **Etapa 3-C1**, como descrito no protocolo, corresponde à aplicação da ferramenta e nesta primeira aplicação, participaram João Victor Inácio, Cláudia Zacar, Alessandra Enricone e Nivaldo Gomes (Figura 4). A atividade foi registrada em vídeo para análise das discussões.



Figura 4: Aplicação da ferramenta Roda Estratégica, no primeiro ciclo

Nesta fase, pela etapa do PDP e devido à ausência de um concorrente direto, a ferramenta foi utilizada com o intuito de priorizar as ações – além de apresentar recomendações – na formação dos requisitos. Desta forma, cada um dos níveis foi discutido pelo grupo e dados valores, segundo uma escala de priorização e os resultados são apresentados na Figura 5.

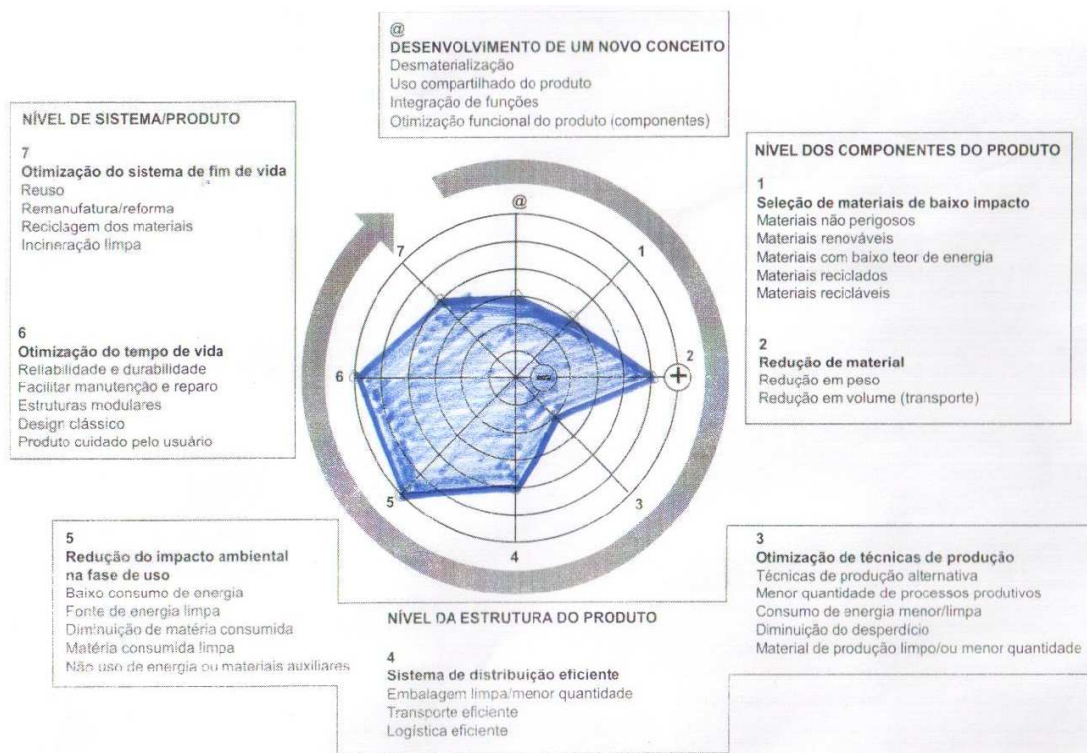


Figura 5: Resultado gráfico da aplicação

Como pode ser visto, foram priorizados no projeto, principalmente, a redução do impacto na fase de uso e a otimização do tempo de vida, além da redução de materiais, numa escala menor. A partir dessas prioridades, foram gerados conceitos para o projeto.

Como descrito no procedimento da ferramenta, a mesma pode ser utilizada para priorizar ações – através dos requisitos – e, ao mesmo tempo, checar, ao fim da etapa de criação, se as estratégias priorizadas foram aplicadas, ou qual conceito gerado melhor as atingiu. Devido a essa possibilidade, a Entrevista Estruturada 2, somente foi aplicada após o segundo ciclo – com a complementação dos resultados da ferramenta.

4.3.3 Segundo Ciclo de Aplicação – Roda Estratégica do EcoDesign – Projeto Amana

Após a o primeiro ciclo e aplicação da ferramenta Roda Estratégica, foram gerados conceitos e foi feito um segundo ciclo de aplicação do protocolo, para identificação do novo contexto do processo.

Como resultado da **Etapa 1-C2**, a fase do PDP na qual se encontrava o projeto foi identificada como “Projeto Conceitual”, a “Seleção da Concepção do Produto”. A partir dos requisitos gerados, foram desenvolvidas 7 alternativas para o coletor de água de chuva, agrupados em 3 conceitos. Desta forma, o grupo necessitava selecionar o(s) melhor(es) conceito(s), e um dos requisitos para seleção era o requisito ambiental, utilizando-se, para tal, de ferramentas do design sustentável.

Os níveis de experiência já haviam sido coletados anteriormente e foram mantidos.

Já em relação ao contexto, como resultado da Entrevista Estruturada 1, as necessidades de tempo e custo continuaram as mesmas, buscando-se uma ferramenta de rápida aplicação e baixo custo. Em relação ao tipo de resultado, devido à fase em questão, a ferramenta deveria analisar (cada conceito individualmente) e comparar os conceitos gerados. Além disso, o procedimento diagrama deveria ser mantido.

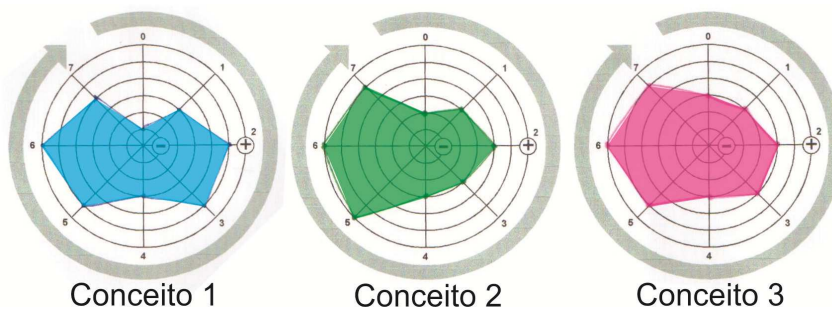
Na **Etapa 2-C2** e a ferramenta selecionada – utilizando-se a Matriz de Seleção – foi a Roda Estratégica, para que os resultados da mesma pudessem ser complementados nesta etapa, após a geração dos conceitos, com intuito comparativo e analítico.

Desta forma, na **Etapa 3-C2** os três conceitos gerados para o coletor de água de chuva (um simples e dois com segundo uso – auxílio a um jardim ou ao processo de lavagem de roupas) pré-selecionados, foram analisado segundo a Roda Estratégica. Com essa análise, pôde-se checar se os requisitos priorizados anteriormente foram atingidos, ou qual dos conceitos melhor os atingiu.

Nesta segunda aplicação participaram João Victor Inácio, Cláudia Zacar, Jairo da Costa Jr. e Nivaldo Gomes (Figura 6).



Nesta segunda aplicação, foi feita uma análise dos resultados obtidos, relativos às pretensões descritas na primeira aplicação, assim como, uma comparação entre os resultados dos três conceitos desenvolvidos. O resultado gráfico pode ser visto na Figura 7.



Diante dessa análise, comparando os resultados com as priorizações efetuadas no primeiro ciclo, percebeu-se que o conceito que melhor atingiu (em média) foi o conceito 1, mas ainda podendo-se considerar o conceito 2. O conceito 3 necessitaria de mais ajustes para adequar-se aos requisitos/estratégias priorizados.

De acordo com o protocolo, na **Etapa 4-C2** ao final da aplicação da ferramenta, foi utilizado o segundo questionário – Entrevista Estruturada 2 (Apêndice F), com o intuito de avaliar a seleção e aplicação da ferramenta de acordo os critérios selecionados (esta avaliação compreendeu a análise da ferramenta em relação aos dois ciclos C1 e C2).

Com o uso do questionário, os participantes do processo avaliaram como positiva a aplicação da ferramenta. Os procedimentos correram como esperado, respondendo às expectativas iniciais, e, desta forma, a inserção da mesma contribuiu com o processo em andamento.

Os principais pontos positivos, da aplicação da ferramenta, apontados foram:

- Respostas rápidas;
- Baixo custo;
- Resposta gráfica, podendo trazer uma comparação visual entre as pretensões e os conceitos;
- Recomendações para o processo criativo, servindo como checagem durante a escolha dos conceitos.

Já os pontos negativos apontados foram:

- Termos de difícil compreensão;
- Recomendações genéricas;
- Requer um nível de conhecimento/experiência anterior relativamente alto

De acordo com os pontos negativos, foram feitas recomendações quanto a modificações na ferramenta, com o objetivo de auxiliar e/ou simplificar o uso:

- Simplificação de termos;
- Maiores detalhes em relação a algumas recomendações;
- Foi sugerida uma complementação na ferramenta para aumentar a precisão das análises por meio de pontuação, havendo valores relativos às estratégias e, como pontuação final (registrada no radar) a média destes pontos.

Desta forma, percebeu-se o uso da ferramenta de forma positiva, porém com possibilidade de otimização da mesma.

4.3.4 Terceiro, Quarto e Quinto Ciclos de Aplicação – Projeto Amana

Devido a questões de andamento do projeto Amana, os Terceiro, Quarto e Quinto ciclos, foram aplicados numa mesma etapa do PDP. O projeto precisou de mais tempo durante uma mesma fase do PDP, para refinamento dos conceitos e alternativas gerados.

Desta forma, os contextos seriam caracterizados de forma igual entre eles (pois as necessidades relatadas na Etapa 1-C2, o segundo ciclo, valeriam para todas as ferramentas – eliminando outras possibilidades).

Para fins de análise dos critérios e para permitir a aplicação e experimentação de diferentes ferramentas, em conjunto com os participantes do grupo Amana, foi proposta a modificação de resposta de um dos critérios, o procedimento. Desta forma, permitiu-se que outras ferramentas pudessem ser testadas com o grupo, e, além disso, possibilitou que os resultados – das ferramentas – pudessem ser comparados entre si.

Com este objetivo, foram aplicadas quatro ferramentas, que possuíam as mesmas características de contexto requeridas, advindas da Etapa1-C2:

- Etapa do PDP, Projeto Conceitual – Seleção da Concepção do Produto;
- Como resultado, analíticas e/ou comparativas,
- Consumo de tempo baixo
- Baixo custo,
- Dados de entrada qualitativos – correspondendo à etapa do PDP, pois o grupo ainda não possuía dados quantitativos no que diz respeito às características dos produtos.
- Além disso o nível de experiência já havia sido coletado;

Como supracitado, a diferenciação se deu em relação aos tipos de procedimentos, obtendo-se três respostas do grupo *Guideline*, *Checklist*, por fim, *Matriz*. Desta forma, as Etapas 1-C3, C4 e C5, receberam o mesmo *input*, diferenciando-se apenas o procedimento.

4.3.4.1 Terceiro Ciclo de Aplicação – Lista de Estratégias do EcoDesign

Para seleção da ferramenta – **Etapa 2-C3**, com a permanência do contexto (considerando a análise e comparação de conceitos), o procedimento requerido foi *guideline*. Desta forma, a partir da Matriz de Seleção, foram obtidas duas ferramentas como resultado, a Lista de Estratégias do EcoDesign e a Roda Estratégica do EcoDesign.

Devido ao fato de que Roda Estratégica já havia sido aplicada, a Lista de Estratégias do EcoDesign foi aplicada na **Etapa 3-C3**, com a participação de João Victor Inácio, Cláudia Zacar, Jairo da Costa Jr. e Nivaldo Gomes.

Como o próprio nome diz, a ferramenta apresenta uma lista de estratégias para diminuição de impacto. Como recomendação de uso, indica-se aplicação na fase do Projeto Conceitual. Esta indicação foi discutida pelos participantes e resultaram recomendações de uso em diferentes situações: inicialmente como um *guideline*, em fases de geração de requisitos; e como um *checklist*, em fases de análise de conceitos.

Devido à etapa do PDP em questão – Seleção da Concepção do Produto – a ferramenta foi utilizada na forma de um *checklist*. Desta forma, a Lista foi utilizada para analisar os conceitos desenvolvidos, checando quais e/ou se os requisitos foram aplicados nos mesmos. Para isto, cada um dos itens foi analisado pelo grupo como “foi aplicado”, “não foi aplicado” ou “não se aplica”; desta forma, os conceitos foram analisados quanto a sua adaptação aos requisitos ambientais.

Após a aplicação da ferramenta, na **Etapa 4-C3**, foi feita a Entrevista Estruturada 2 (Apêndice F), através da qual os participantes avaliaram e enfatizaram os pontos positivos e negativos da ferramenta. Desta forma, os principais pontos positivos da aplicação da Lista de Estratégias foram:

- Baixos custo e consumo de tempo;
- Traz uma grande quantidade de pontos para reflexão;
- Possui recomendações mais detalhadas (comparando-se com a Roda Estratégica);
- As recomendações servem como formas rápidas de entrar em contato com as teorias.

O principal ponto negativo foi:

- A não apresentação de uma resposta visual;

As sugestões de melhoria, então, foram:

- Adaptar, inicialmente, a ferramenta para a utilização de acordo com a etapa do PDP;
- A adaptação – para um *checklist* – requer a inserção dos espaços de checagem;
- Mesclar as estratégias com outras ferramentas para complementação.

Como citado anteriormente, inicialmente, houve uma discussão em relação às recomendações de utilização. Esta discussão gerou um questionamento quanto à aplicação da ferramenta, verificando-se a possibilidade de utilizá-la tanto como *guideline* quanto como *checklist*. Desta forma, as *guidelines* e as *checklists* seriam apresentadas em uma só categoria.

Entretanto, percebeu-se a necessidade de diferenciação, devido às recomendações de uso, pois, os procedimentos determinariam não só a etapa de aplicação, como a linguagem necessária.

Para os participantes do processo, uma lista de recomendações apresenta frases mais impositivas; enquanto que *checklists*, questionamentos. Portanto, percebe-se a necessidade de adaptações na estrutura da ferramenta para os respectivos usos.

Na aplicação da Lista de Estratégias, notou-se a possibilidade da mesma complementar as recomendações contidas na Roda Estratégica, pois apresenta uma estrutura organizacional semelhante. Entretanto, ratificou-se como bastante positivo o resultado gráfico apresentado na Roda Estratégica.

Com a aplicação do segundo questionário, o uso da ferramenta foi considerado positivo pelos participantes, respondendo às expectativas – da Entrevista Estruturada 1 – e contribuindo com o projeto em andamento.

4.3.4.2 Quarto Ciclo de Aplicação – Checklist do EcoDesign

A seleção da ferramenta – **Etapa 2-C4** do protocolo – se deu a partir do procedimento *checklist*, mantendo-se o contexto. Foram obtidas, através da Matriz

de Seleção, duas ferramentas como resultado, a Lista de Estratégias do EcoDesign e o Checklist do EcoDesign.

Como a Lista de Estratégias foi aplicada anteriormente, o Checklist do EcoDesign foi utilizado na **Etapla 3-C4**. Mais uma vez, fez-se necessário adaptar ou, por vezes, desconsiderar alguns itens, pois determinados pontos discutidos na ferramenta são aplicáveis somente ao final da fase conceitual. Desta forma, assim como discutido anteriormente, faz-se necessária uma especificação das ferramentas nas recomendações de uso.

Na sua aplicação, participaram João Victor Inácio, Cláudia Zacar, Jairo da Costa Jr. e Nivaldo Gomes. O grupo fez uma leitura em conjunto de cada um dos pontos, discutindo sua aplicação nos conceitos gerados. Para isso, utilizou-se, como na ferramenta anterior, a checagem de “foi aplicado”, “não foi aplicado”, ou “não se aplica”.

Existiram alguns pontos que foram discutidos quanto a sua utilização por designers, por requisitar conhecimentos específicos de áreas como as Engenharias.

A partir da aplicação da Entrevista Estruturada 2 (Apêndice F) – **Etapla 4-C4** –, os participantes puderam enfatizar os pontos de avaliação quanto à aplicação da ferramenta, dos quais os pontos positivos, notados, foram:

- Baixo custo e rapidez na aplicação;
- Simples execução

Já os pontos negativos:

- Há pontos que dão margem a diferentes interpretações;
- Além de não haver uma uniformidade de linguagem – há pontos interrogativos, outros de sugestão;
- Algumas estratégias levam em consideração a existência de um produto concorrente, tornando-se não aplicáveis em novos conceitos;
- Alguns pontos são mais voltados a outros setores, que não apenas o design;
- Como anteriormente, não há uma resposta visual;

Com relação às sugestões:

- Inserção de espaços para “aplicado”, “não aplicado” e “não se aplica”, para melhorar a utilização.

Assim como a Lista de Estratégias do EcoDesign, percebeu-se a possibilidade de aplicação da Checklist do EcoDesign, não só como uma *checklist*, de fato, mas, dependendo da fase de aplicação (e requerendo adaptações), ser utilizada como *guideline*.

A aplicação foi avaliada de forma positiva pelos participantes, não havendo contradições quanto às expectativas coletadas na Entrevista Estruturada 1.

4.3.4.3 Quinto Ciclo de Aplicação – Matriz DfE

Para seleção da ferramenta, **Etapas 2-C5**, foi requisitado o procedimento relativo às matrizes, mantendo-se o contexto. Como resultado foram obtidas quatro ferramentas: Análise ABC, Matriz MET, Matriz MECO e Matriz DfE. As quatro ferramentas foram analisadas e percebeu-se que entre as quatro, a Matriz DfE seria a mais adequada, pois as outras três requerem um maior detalhamento quanto aos materiais do produto, dados ainda não existentes no projeto.

Havia ainda um ponto de questionamento, pois a Matriz DfE apresenta como tipo de resposta dados quantitativos. Porém, após a análise da ferramenta (através da sua Ficha Técnica), percebeu-se que a análise realizada é qualitativa e a resposta quantitativa é relativa a uma média de pontuação entre os requisitos checados, não havendo um empecilho para aplicação da mesma.

Desta forma, na **Etapas 3-C5**, a Matriz DfE foi aplicada, na etapa de Seleção da Concepção do Produto, durante o Projeto Conceitual. Na sua aplicação, participaram João Victor Inácio, Cláudia Zacar, Jairo da Costa Jr. e Nivaldo Gomes.

Os participantes relataram, mais uma vez, a necessidade de adaptação – já prevista na descrição da ferramenta – com a não aplicação de partes da ferramenta, devido à ausência de dados concretos para resposta.

Como havia três conceitos para avaliação e comparação, cada um deles foi sendo analisado, segundo as questões propostas pela ferramenta e os procedimentos descritos na ficha técnica. Ao final da aplicação os conceitos puderam ser comparados de acordo com as pontuações obtidas.

Após o uso da ferramenta, foi aplicada a Entrevista Estruturada 2 (Apêndice F) – **Etapas 4-C5** –, através da qual o grupo pode avaliar a atividade. Com relação aos pontos positivos e negativos, foram enfatizados positivamente:

- É uma ferramenta que, apesar de possuir muitos detalhes, pode ser considerada objetiva;
- Aproxima-se bastante de uma Análise do Ciclo de Vida mais completa;

Os pontos negativos relatados foram:

- Necessita de muitos dados técnicos da produção (que ainda não haviam sido obtidos);
- Questões como segundo uso não são consideradas na ferramenta;
- As pontuações geradas parecem não refletir exatamente a realidade (principalmente pelas questões que não se aplicam que acabam “mascarando” o resultado).

Como recomendações:

- Aplicação da ferramenta somente ao final da etapa do Projeto Conceitual, devido à quantidade e à especificidade de dados requeridos;
- Aplicação de forma comparativa apenas com produtos (ou conceitos) com especificidades semelhantes, pois com produtos diferentes pode haver uma discrepância de resultados nos pontos que não se aplicam em cada um;
- A automatização do processo, através da resposta em uma planilha de computador, que já resultasse no preenchimento da matriz;
- Esta recomendação anterior teria, ainda, um segundo ponto como consequência – a possibilidade de facilitar o preenchimento da planilha em uma empresa, na qual cada área específica poderia aplicar uma parte específica da ferramenta, tendo como consequência um resultado em conjunto;
- Agregar um resultado gráfico à ferramenta.

Os participantes avaliaram de forma positiva a seleção da ferramenta no que diz respeito aos critérios de seleção, havendo uma correspondência às expectativas relatadas na Entrevista Estruturada 1.

Porém, no que tange a aplicação, conforme pode ser visto nos pontos supracitados, houve uma resposta negativa do grupo, apesar da Matriz DfE ter contribuído com o projeto, a partir da análise dos conceitos e a comparação entre os mesmos. A resposta negativa do grupo se deu pelo fato de haver pontos de questionamento bastante específicos, que necessitariam de um especialista para respostas mais concretas. Entretanto, os participantes colocaram que seria uma situação comum de projeto a presença de especialistas para cada área, não sendo um agravante negativo para a ferramenta.

Houve, ainda, uma discussão no que diz respeito às pontuações geradas ao final da aplicação. Para os participantes as pontuações – apesar de servirem como parâmetro de comparação – parecem não refletir uma real análise. É um ponto bastante peculiar dessa avaliação, pois a proposta da ferramenta em gerar uma resposta quantitativa seria prover uma maior segurança à mesma. Existe, então, uma possível conclusão de que ferramentas cujos dados de entrada são qualitativos devem responder, também, de forma qualitativa.

Deve-se enfatizar que o relato das aplicações, assim como as análises e resultados acima descritos, foram levados aos participantes dos grupos de aplicação para validação destes dados ao final de cada ciclo (como descrito na **Etapa 5** do protocolo).

4.3.5 Sexto Ciclo de Aplicação – 10 Regras de Ouro – Projeto EcoAgregados

A aplicação junto ao projeto EcoAgregados foi realizada com a contribuição de Ivana Marques e Anderson Lee, além do pesquisador. Como descrito no protocolo, na **Etapa 1-C6**, com o objetivo de caracterizar o projeto, foram realizados a checagem da etapa do PDP, o *checklist* do grau de experiência prévia e a Entrevista Estruturada 1 (Apêndice E).

A etapa do PDP identificada como atual (no contexto da aplicação) pela checagem, foi a do Projeto Conceitual, mais especificamente “Selecionar concepções mais adequadas”.

O projeto EcoAgregados apresentou uma peculiaridade, pois estava em um processo de vários ciclos de criação. Desta forma, apesar de apresentar a fase do PDP como “Selecionar concepções mais adequadas”, no momento da aplicação do *checklist*, o grupo estava requerendo recomendações para o desenvolvimento de novos conceitos. Portanto, o *checklist* foi revisto/reaplicado e a etapa em questão considerada foi o “Projeto Informacional”, especificamente “Definir Requisitos do Produto”.

A aplicação do *checklist* para auto-avaliação da experiência prévia gerou resultados bastante diferentes para cada um dos participantes. Um deles possuía experiência com a aplicação de 100% das estratégias (34 de 34), enquanto o segundo menos de 1/3 (7 de 34), entretanto durante a aplicação, as discussões a respeito das estratégias presentes na ferramenta não apresentaram problemas.

O resultado do questionário da Entrevista Estruturada 1 demonstrou uma necessidade por uma ferramenta que apresentasse recomendações em forma de *guidelines*; com baixos consumos de tempo e recursos financeiros. Além disso deveria apresentar dados de entrada e saída qualitativos.

De acordo com os dados coletados, na **Etapa 2-C6**, através da aplicação da Matriz de Seleção, foram obtidas 3 ferramentas como resultado: a Lista de Estratégias do EcoDesign, a Roda Estratégica do EcoDesign e as 10 Regras de Ouro. Para fins de avaliação dos critérios e aplicação de diferentes ferramentas, a ferramenta selecionada foi “10 Regras de Ouro”.

As 10 Regras de Ouro foram aplicadas, na **Etapa 3-C6** com o grupo do EcoAgregados, no qual participaram Ivana Marques, Anderson Lee e o pesquisador (Figura 8). Como nos procedimentos anteriores, a ferramenta foi, inicialmente, analisada pelo grupo, através de leitura e discussão dos procedimentos.



Figura 8: Aplicação das 10 Regras de Ouro

A ferramenta foi, então, aplicada com o intuito de obter visões gerais de requisitos para o desenvolvimento de novos conceitos com menor impacto ambiental.

Na **Etapa 4-C6**, após a aplicação da ferramenta, foi realizada a Entrevista Estruturada 2 (Apêndice F), com a qual os participantes puderam discutir a aplicação e a correspondência dos critérios requeridos inicialmente. Apresentando rápida execução e baixo custo, além de dados de entrada e saída qualitativos.

Os principais pontos positivos:

- Ferramenta objetiva;
- Rápida aplicação;
- Recomendações de fácil compreensão.

De acordo com o grupo, os principais pontos negativos foram:

- Apesar de bastante objetiva, existem itens que podem não ser aplicáveis em determinados projetos;
- A restrição dos requisitos as 10 regras pode resultar em falta de dados mais concretos ou específicos a um determinado projeto;

As recomendações feitas, então, foram:

- Utilizar a ferramenta como base para desenvolvimento de requisitos específicos; ou seja, não se deve limitar sua aplicação às 10 regras;
- Antes da utilização, fazer uma leitura prévia e organizar as regras de acordo com as prioridades do projeto em questão.

Os participantes consideraram que a aplicação correspondeu às expectativas, pela apresentação de recomendações para os novos conceitos.

Como dito anteriormente, o EcoAgregados estava em ciclos seguidos de criação, por este motivo, o grupo argumentou ainda que a ferramenta, apesar de ser de recomendações, poderia ser utilizada para analisar (checar) os conceitos anteriores. Esta conclusão foi, anteriormente, discutida também com o grupo Amana, na questão da aplicação de uma *guideline* como *checklist*, ou uma *checklist* como *guideline* – a partir de adaptações da linguagem.

Deve-se lembrar que este relato das aplicações, assim como as análises e resultados acima descritos, foram levados aos participantes para validação destes dados ao final deste ciclo (como descrito na **Etapa 5** do protocolo).

4.4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

Nesta seção, são apresentados os resultados da coleta de campo – abrangendo todas as aplicações –, gerando conclusões a partir dos diferentes resultados de cada uma das diferentes aplicações realizadas. De forma geral, apresentará uma compilação dos resultados das análises das aplicações descritas anteriormente.

Conforme descrito anteriormente, os grupos eram formados por designers inseridos no Núcleo de Design e Sustentabilidade, da UFPR. Todos os designers possuíam conhecimento ou experiência com as estratégias da sustentabilidade, o que tornou as atividades de aplicação das ferramentas – principalmente em relação ao entendimento dos termos – mais simples.

As discussões com os grupos levaram em consideração não só os critérios, em si, como também a própria aplicação da ferramenta. Desta forma, a análise dos resultados baseou-se em dois grandes grupos de resultados: o primeiro, relativo aos critérios de seleção das ferramentas; e o segundo, relativo às aplicações das mesmas.

Em relação aos critérios utilizados, buscou-se identificar a efetividade dos mesmos na seleção das ferramentas – que foram aplicadas – assim como a adequação dos mesmos às ferramentas. Desta forma, de acordo com os resultados coletados na pesquisa de campo, pode-se confirmar que os critérios utilizados auxiliaram de forma positiva na seleção das ferramentas. Esta afirmação é feita, pois nas 6 aplicações (5 ferramentas) os grupos participantes relataram que a ferramenta selecionada respondeu positivamente às expectativas em sua aplicação.

Pode-se, entretanto, aperfeiçoar estes critérios, de acordo com as discussões e sugestões realizadas durante as aplicações. As principais recomendações possíveis relatadas, com o intuito de facilitar a seleção e utilização das ferramentas foram (de acordo com os critérios):

- Quanto aos tipos:
 - Devido à dificuldade de entendimento dos termos “categoria” ou “tipo”, nas entrevistas os mesmos foram adaptados para “procedimento” – “como deve proceder?”;
 - Como relatado anteriormente, os termos *checklist* e *guideline* foram questionados em algumas aplicações (em relação às semelhanças no procedimento), entretanto, chegou-se a um consenso que os mesmos são necessários, porém, a diferenciação deve ser feita na adaptação da linguagem da ferramenta, previamente a sua aplicação (caso seja necessário);
- Quanto aos objetivos:
 - Nas entrevistas, o termo objetivo foi substituído por “tipo de resultado”, para facilitar a compreensão;
 - As ferramentas prescritivas foram mencionadas como “recomendações” e, desta forma, para manter um padrão de

classificação, analítica e comparativa, como “análises” e “comparações”;

- Tempo de execução:
 - Para maior precisão na seleção, pode-se colocar um tempo médio de execução da ferramenta no quadro (no caso desta dissertação, existe a possibilidade de fazê-lo em relação às ferramentas aplicadas);
- Quanto aos custos:
 - As ferramentas aplicadas não requereram custos significativos (compra de softwares ou levantamento de dados ambientais), entretanto o critério demonstrou ser uma preocupação para os grupos;
 - Assim como em relação ao tempo de execução, pode-se apresentar nos quadros um custo médio de execução das ferramentas (para isso, faz-se necessária uma aplicação das mesmas);
- Tipo de dados de entrada e saída:
 - Não houve questionamentos quanto à efetividade da classificação em quantitativas e qualitativas, entretanto...
 - No caso da aplicação da ferramenta Matriz DfE, na qual os dados de entrada são qualitativos, houve um questionamento do grupo em relação à segurança e/ou pertinência da saída quantitativa. O grupo relatou que o resultado (numérico) parece não refletir a análise qualitativa do conceito/produto analisado; ou seja, o grupo demonstrou ter mais segurança quando a resposta à ferramenta qualitativa, também era qualitativa;
- Experiência prévia requerida:
 - Pode ser considerado o critério que apresentou imprecisão durante as aplicações;
 - Apesar desta imprecisão, em todas as aplicações foi citado pelos grupos participantes como importante para a atividade, pois as ferramentas – para que aplicadas de forma mais precisa e apresentem melhores resultados – requerem dos usuários um

conhecimento/experiência prévio(a) das estratégias da sustentabilidade;

- Pode-se afirmar que todas as ferramentas aplicadas necessitaram de um nível mínimo de experiência prévia dos usuários, principalmente no que diz respeito à compreensão dos termos utilizados; porém, apesar da falta de experiência prática, o conhecimento teórico das estratégias, durante as aplicações, foi suficiente;
- Esta imprecisão apresenta-se também no que diz respeito ao nível de detalhamento das ferramentas. Tanto ferramentas detalhadas, ou mais gerais, podem exigir do usuário um grau de experiência elevado; seja para melhor compreensão dos detalhes – no caso das complexas – ou para utilização de forma mais adequada – no caso das simplificadas;
- Faz-se, então, necessária uma aplicação das ferramentas com usuários experientes e leigos, separadamente, para que os mesmos possam auxiliar na classificação destas ferramentas;
- Assim como, pode-se estudar se apenas o conhecimento teórico – das estratégias do design sustentável – é suficiente para o entendimento dos procedimentos e requisitos das ferramentas;
- Para identificação desta experiência do usuário, faz-se necessário, possivelmente, uma análise mais detalhada/aprofundada, buscando identificar níveis de conhecimento prático e teórico, possivelmente a partir de uma análise de competências (detalhes no Apêndice I);
- Etapa do PDP:
 - De forma a melhorar a precisão do critério, as fichas técnicas podem apresentar recomendações (de como utilizar ou adaptar) para aplicação em diferentes etapas;

No que diz respeito aos resultados obtidos com as aplicações das ferramentas:

- A capacitação quanto ao uso das ferramentas foi feita de forma coletiva, na qual todos os participantes participaram da leitura e

discussão da ferramenta, antes de sua aplicação; mostrou-se como a melhor forma de iniciar a aplicação das ferramentas – quando os participantes não as conhecem;

- Foi percebido que algumas ferramentas podem ser fundidas, ou mescladas, pois trazem informações complementares. Desta forma, uma ferramenta auxiliaria a aplicação da outra (como exemplo a Roda Estratégica e o Checklist do EcoDesign, no qual as estratégias contidas no Checklist podem complementar as da Roda Estratégica);
- Um número grande de recomendações, ou, conseqüentemente, uma ferramenta que requer um grande tempo de execução, pode tornar o processo cansativo (como no caso da Matriz DfE);
- As ferramentas, de forma geral, podem servir como um guia simplificado, principalmente aos que têm um grau menor de experiência;
- Ao mesmo tempo, servem como um lembrete rápido aos que já têm bastante experiência;
- O nível de conhecimento ou experiência é importante na aplicação das ferramentas, porém, faz-se necessário um estudo mais aprofundado no que diz respeito aos conhecimentos teóricos ou práticos, ou ainda em relação a competências;
- Percebeu-se uma maior facilidade, pelos grupos de designers participantes, de responder a questões relacionadas à fase uso, em ferramentas que analisam o ciclo de vida;
- Durante a aplicação de ferramentas na fase de análise, foi sugerida a utilização, principalmente, de ferramentas mais quantitativas, por gerarem uma maior segurança. Porém, para isso, faz-se necessário que o grupo já tenha todos os dados de produção determinados.

Ainda em relação às aplicações das ferramentas, como citado anteriormente, com o Projeto Amana foram feitas aplicações de ferramentas com diferentes procedimentos, com o intuito de comparar os resultados e a própria aplicação. Dentre as 4 ferramentas aplicadas (Roda Estratégica do EcoDesign, Lista de Estratégias do EcoDesign, Checklist do EcoDesign, Matriz DfE), no que diz respeito aos resultados, os mesmos puderam ser considerados semelhantes no

sentido de análise e comparação dos conceitos, entretanto em relação ao procedimento, houve diferenças.

Os designers do grupo Amana, que participaram das aplicações, consideraram a Roda Estratégica do EcoDesign como a ferramenta que possuiu o melhor procedimento, por apresentar uma resposta gráfica à aplicação (questão levantada durante a aplicação de todas as outras ferramentas). Entretanto, houve um consenso no grupo que as listas de requisitos poderiam ser mais detalhadas (possivelmente complementando-a com requisitos apontados nas outras ferramentas aplicadas).

Um ponto discutido comumente, em todas as aplicações das ferramentas, foi o fato de – para designers – ser mais fácil compreender, analisar e responder as questões mais relacionadas à fase de uso. As fases de produção demonstraram-se como as que mais geram dúvidas aos designers. Pode-se considerar que estes fatos aconteçam devido à formação mais direcionada ao desenvolvimento do produto focado no usuário.

Diante dos resultados das aplicações nos dois projetos, percebeu-se que a utilização de ferramentas no PDP requer, anterior a sua aplicação, uma compreensão e adaptação da ferramenta. Alterações na estrutura das ferramentas já existentes não se fizeram necessárias, apenas adaptações de conteúdo.

As sugestões e discussões promovidas, durante as aplicações, geraram algumas alterações, melhorias e pequenas correções – que não alteraram a estrutura geral das ferramentas. Estas foram implementadas nas fichas técnicas (Apêndice G).

4.5 CRITÉRIOS PROPOSTOS PARA SELEÇÃO DE FERRAMENTAS DA DIMENSÃO AMBIENTAL DO DESIGN SUSTENTÁVEL

Como já citado anteriormente, os critérios tiveram como base o trabalho de Pigosso (2008), entretanto dos 15 critérios propostos pela autora (seção 2.4.3, p. 35 e 36), foram utilizados 8 . Estes, diante dos resultados e das discussões relatadas

durante este capítulo, atenderam às expectativas geradas e mostraram-se importantes durante a pesquisa-ação, necessitando, apenas um deles (Experiência Prévia Requerida), de um estudo mais aprofundado.

Além desta redução no número de critérios utilizados, foram feitas, ao longo da pesquisa, adaptações de linguagem, permitindo ao designer uma melhor identificação dos critérios e das variáveis relativas a cada um deles, contando ainda com um suporte gráfico.

Desta forma, os critérios propostos para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável – e suas respectivas representações gráficas são (Figura 9):

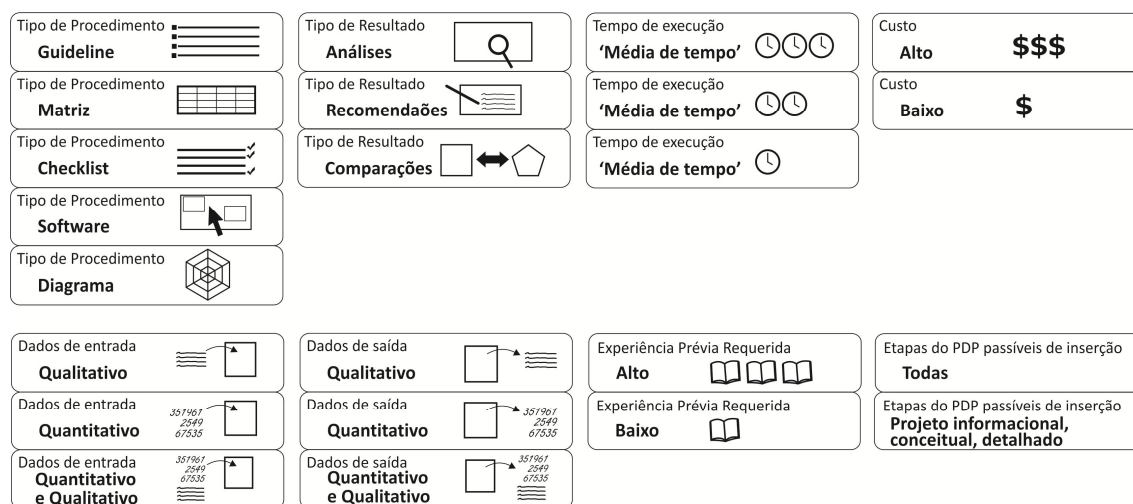


Figura 9: Critérios propostos para seleção de ferramentas.

Através desses critérios, foi possível selecionar ferramentas da dimensão ambiental do design, para inserção das mesmas no PDP de forma adequada.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste Capítulo serão apresentadas as conclusões gerais do trabalho, assim como acerca do método de pesquisa, além de sugestões para trabalhos futuros.

5.1 CONCLUSÕES GERAIS

Diante do objetivo de propor critérios para seleção de ferramentas da dimensão ambiental do design sustentável, para inserção adequada das mesmas no PDP, pode-se considerar que o mesmo foi cumprido.

A partir da base de critérios utilizada, advinda do trabalho de Pigosso (2008) – composta por 15 critérios –, foram feitos recortes e adaptações, com o intuito de adequá-las ao contexto do profissional do design. Ao final, a proposta apresentada compõem-se de 8 critérios, com alterações na linguagem, além de apresentar uma representação gráfica dos mesmos.

Os critérios propostos, testados na pesquisa de campo – numa pesquisa-ação – apresentaram resultados positivos no sentido de selecionar a ferramenta mais adequada ao contexto do PDP em questão. Isto pode ser comprovado através da análise dos 6 ciclos de aplicação do protocolo, nos quais a aplicação da ferramenta foi percebida como parte importante no projeto, contribuindo com os resultados.

No que diz respeito aos objetivos específicos, a partir do levantamento de diferentes modelos de referência para o PDP, originados de diferentes fontes e com abordagens abrangentes e específicas do design, foi possível realizar uma confrontação dessas teorias. Essa confrontação foi importante para entender a visão do PDP sob a ótica de autores de áreas diferentes – Engenharia e Design. Isto permitiu ao pesquisador entender as etapas mais relevantes para o processo do PDP na ótica do design.

Esta comparação entre modelos permitiu, ainda, a percepção de que um modelo de referência genérico do PDP pode ser utilizado para o desenvolvimento de

produtos sustentáveis através da inserção de ferramentas adequadas. Isto também pode ser percebido pelo fato dos modelos específicos para o design sustentável, serem baseados em modelos genéricos. Desta forma, a principal diferenciação entre estes se faz pela inserção de ferramentas e de uma abordagem ecológica – permeando as etapas com uma preocupação ambiental (como dito pelos autores, manter em mente as estratégias do design sustentável durante todo o processo).

Pode-se, ainda, fazer considerações a respeito do modelo de referência para o PDP utilizado, do Rozenfeld et al. (2006). Este é um modelo bastante abrangente e detalhado, o que foi importante para a precisa identificação das etapas, entretanto, devido ao seu detalhamento (no *checklist* – Apêndice C) sua checagem requer bastante tempo. Devido a esta questão, existe a possibilidade de, como proposto pelos próprios autores, analisar o *checklist* e avaliar quais os pontos devem ser considerados, ou não, em um determinado projeto e, desta forma, permitir checagens futuras mais rápidas.

A proposta de taxonomia das ferramentas – de acordo com os critérios discutidos – permitiu ao pesquisador, durante o trabalho de campo, selecionar de forma simples as ferramentas mais adequadas para cada contexto identificado. Esta taxonomia deriva dos critérios propostos e, conseqüentemente, sofreu alterações no que diz respeito à base de dados de Pigosso (2008).

Em relação às propostas de melhorias, as aplicações das ferramentas foram de fundamental importância para identificação de possíveis falhas, assim como de observações e recomendações para otimizar o uso da ferramenta em PDP's futuros.

Deve-se ressaltar, ainda, que as aplicações, desta pesquisa, foram possíveis devido à elaboração das Fichas Técnicas (Apêndices G e H). Estas trazem uma contribuição significativa tanto para esta dissertação, quanto para trabalhos futuros neste tema e na prática do design sustentável. Pois, com a utilização destas, existe uma maior facilidade de identificar as classificações e procedimentos para aplicação das ferramentas.

No levantamento das ferramentas percebeu-se que já existe um número grande destas (foram cadastradas 15 ferramentas, no levantamento são 46), muitas delas tem papel semelhante no PDP e algumas podem ter seus resultados complementares. As contribuições feitas nas Fichas Técnicas são de sugestões de

utilização e, acredita-se que, esta é uma contribuição significativa, por dar apoio à aplicação de ferramentas já existentes, não havendo necessidade de desenvolvimento de outras num universo já numeroso. Inclusive pelo fato de que estas recomendações foram obtidas durante as aplicações, a partir da visão dos grupos de designers participantes.

Percebeu-se, também, que os designers precisam conhecer mais as ferramentas existentes, assim como saber como adequá-las e utilizá-las no seu determinado contexto. Desta forma, como já citado anteriormente, a proposição dos critérios de seleção, aliados às Fichas Técnicas, podem auxiliar na escolha de ferramentas de forma mais prática. Desta forma, através da inserção das ferramentas da dimensão ambiental da sustentabilidade no PDP, o resultado final do projeto poderá apresentar um impacto ambiental menor.

5.2 A PESQUISA-AÇÃO

Pelas características da pesquisa – qualitativa e interpretativa – a seleção da pesquisa-ação como método se mostrou adequada. A confrontação das propostas, advindas do levantamento bibliográfico, com os resultados da fase de campo foi essencial para validação da discussão teórica. Além disso, a possibilidade de inserção do pesquisador na ação a ser pesquisada permitiu ao mesmo a aquisição de conhecimentos práticos da aplicação das ferramentas, complementando o conhecimento teórico das estratégias e das próprias ferramentas estudadas durante o levantamento bibliográfico.

Pode-se perceber, pelo protocolo da pesquisa, que a mesma depende diretamente do andamento do projeto (PDP) para sua execução. Desta forma, as aplicações e os resultados apresentados deram-se pelo acompanhamento dos projetos descritos (Amana e EcoAgregados), que apresentaram-se em situação semelhante no que diz respeito a etapa do PDP em andamento.

Durante a aplicação do protocolo, percebeu-se, a necessidade de fazer alterações no seu andamento, a fim de permitir que mais ferramentas pudessem ser

testadas e, conseqüentemente, os critérios que as classificam também. Isto se deu pelo fato de o Projeto Amana ter passado mais tempo durante a fase de conceituação que o esperado. Acredita que estas alterações não afetaram de forma negativa ou tendenciosa os resultados, pois apenas uma das variáveis foi alterada, para que fossem obtidos resultados diferentes.

Esta dependência relativa ao andamento da pesquisa também limitou o número de aplicações, os cinco ciclos realizados no projeto Amana foram os possíveis de inserção no PDP do projeto. Por esta mesma questão de andamento dos projetos só foi possível realizar um ciclo com o projeto EcoAgregados.

5.3 RECOMENDAÇÕES

No que diz respeito aos resultados da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros, alguns pontos de imprecisão e possibilidades de complementação deste trabalho já foram citados anteriormente. Pode-se ressaltar a possibilidade de aprofundar as análises do conhecimento ou experiência prévios, possivelmente, utilizando-se da teoria e análises de competências.

Existe a necessidade de desenvolvimento de Fichas Técnicas das ferramentas não cadastradas, através de um levantamento bibliográfico extenso e aprofundado a respeito das mesmas.

A aplicação nos dois projetos (Amana e EcoAgregados) coincidentemente abordou uma mesma etapa do PDP. Portanto, existe uma necessidade de testar a aplicação das ferramentas em etapas diferentes do PDP, observando-se se os resultados sofreriam alguma alteração.

Recomenda-se, ainda, que a proposta seja aplicada em escritórios de design, sem vínculos diretos com a universidade, para entender se os critérios serão aplicáveis também neste outro contexto. Além disso, aplicar a ferramenta com um grupo de designers que não tenham conhecimento ou experiência prévios em sustentabilidade pode auxiliar numa análise da eficácia de aplicação das ferramentas.

Além disso, podem-se realizar estudos relativos à adaptabilidade destes mesmos critérios na seleção de ferramentas das dimensões social e econômica da sustentabilidade. Desta forma, analisar se os mesmos são aplicáveis, ou se há uma necessidade de desenvolvimento de critérios específicos para cada dimensão. Neste caso, estudar possíveis conflitos ou convergências de diferentes critérios nas diferentes dimensões em um projeto que as envolva.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Brasil vai sediar conferência ambiental 20 anos depois da Eco-92** Disponível em: <
http://www.cet.unb.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=1149:brasil-vai-sediar-conferencia-ambiental-20-anos-depois-da-eco-92&catid=32&Itemid=100012>, Acessado em: 16 de dezembro de 2010

ANTÔNIO, N. dos S. **Estratégia Organizacional**: sua evolução nos últimos 50 anos. 2002. Disponível na WEB, Acessado em 10 de abril de 2010

ARANTES, E. Investimento em Responsabilidade Social e sua relação com o desempenho econômico das empresas. In **Conhecimento Interativo**, Jan./Jun. v. 2, n. 1, p. 03-09, 2006.

ARGUMENT, L., LETTICE, F., BHAMRA, T. Environmentally Conscious Design: Matching Industry Requirements with Academic Research. **Design Studies**, V. 19, N. 1, p. 63-80, 1998.

BARBIER, R. **Pesquisa-ação na instituição educativa**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Zahar, 1985.

BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. **Mapping the green product development field**: engineering, policy and business perspectives. In: Journal of Cleaner Production. V. 10, p. 409 – 425, 2002.

BAXTER, M. **Projeto de produto**: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

BHAMRA, T. A.; LOFTHOUSE, V. A. **Design for Sustainability**: A Practical Approach. Gower: London, 2007

BOEIRA, G.; CASTILLO, L. [Eco]Briefing: ferramenta de apoio ao desenvolvimento de produtos orientados ao meio ambiente. Congresso P&D Design 2010, 9º Congresso Internacional de Pesquisa em Design. **Anais**, São Paulo, 2010

BOMFIM, Gustavo Amarante. **Metodologia para desenvolvimento de Projetos**. Campina Grande, Editora Universitária, 1984.

BRAS, B. Incorporating Environmental Issues. in **Product Realization**. Industry and Environment, United Nations UNEP/IE, V. 20, p. 7-13, 1997

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future**: World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press, 1987.

BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. **Journal of Cleaner Production**. V. 14, p. 1420-1430, 2006

CAMPOS, L. M. de S.; MELO, D. A.; SILVA, M. C.; FERREIRA, E. Os sistemas de gestão ambiental: empresas brasileiras certificadas pela norma ISO 14001. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil. **Anais**, 2006.

CARDOSO, C. L.; QUEIROZ, S. G.; GONTIJO, L. A. Cultural identity in the practice of design: methods for product development projects. In **Product: Management & Development**. Vol. 7, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://pmd.hostcentral.com.br>>, Acessado em: 15 de outubro de 2009

CHARTER, M.; TISCHNER, U. (Eds.). **Sustainable Solutions**: developing products and services for the future. Sheriffield: Greenleaf Publishing, 2001

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista. Portuguesa de Educação**. V. 16, N. 02, p. 221-236, 2003

CRUL, M.; DIEHL, J. C. **Design for sustainability**: a practical approach for developing economies. Paris: United Nations Environmental Programme, Technical University Delft, 2006

DEWULF, Wim. **A Pro-Active Approach To Ecodesign**: Framework And Tools. 2003, 208 f. Tese (Doutorado em Design) - Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, 2003

DIEHL, J. C.; CRUL, M. R. M.; BIJMA, A. Ecodesign in Central America, ecodesign methodology: product improvement tool (PIT). **Journal of sustainable product design**. Vol. 1, n. 3, p. 197-205, 2002

DOGAN, C.; WALKER, S. The Best of Both- A study of the feasibility of integrating scale of design and production for sustainable products. **in The Journal of Sustainable Product Design**. V. 3, p. 135-147, 2006

ECOLIFE NETWORK. **Eco-Design Guide**: environmentally improved product design case studies of the European electrical and electronics industry. ECOLIFE Thematic Network, 2002

FIKSEL, J.R. **Design for environment**: a guide to sustainable product development. New York, NY: McGraw-Hill, 2009

FOLADORI, G.; PIERRI, N. (org). **¿Sustentabilidad? desacuerdos sobre el desarrollo sustentable**. México: Universidad Autónoma de Zacatecas, 2005.

GUELERE FILHO, A.; ROZENFELD, H. ; PIGOSSO, D. A. C. ; OMETTO, Aldo Roberto . Ecodesign: Métodos e Ferramentas. In XXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. **Anais**, Rio de Janeiro, 2008.

GUELERE FILHO, A.; ROZENFELD, H.; PIGOSSO, D. A inserção do design sustentável em um modelo de referência para a gestão do desenvolvimento de produtos. Anais do 1º Simpósio Paranaense de Design Sustentável (I SPDS). **Anais**, Curitiba, 2009

HALOG, A. An Approach to Selection of Sustainable Product Improvement Alternatives with Data Uncertainty. in **Journal of Sustainable Product Design**. V. 4, N. 1-4, 2004.

HERTWICH, E.; PEASE, W.; KOSHLAND, C. Evaluating the environmental impact of products and production processes: a comparison of six methods. **In The Science of the Total Environment**, V. 196 N.1, pp.13-29, 1997

ICSID - INTERNATIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN. **Definition of design**. Disponível em:<<http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>>, Acessado em: 15 de outubro de 2009.

INMETRO. **Histórico das certificações concedidas por Estado da Federação**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/Rel_Cert_Emitidos_Loc_Geografica.asp?C_hamador=INMETRO14&tipo=INMETROEXT>, Acessado em 23 de abril de 2010

INSTITUTO AKATU PELO CONSUMO CONSCIENTE. **Como e por que os brasileiros praticam o consumo consciente?** Disponível em: <http://www.akatu.org.br/akatu_acao/publicacoes/perfil-do-consumidor/pesquisa-akatu-no7/at_download/file>, Acessado em: 25 de março de 2010

JESUS, M. C. P. de; PEIXOTO, M. R. B.; CUNHA, M. H. F. O paradigma hermenêutico como fundamentação das pesquisas etnográficas e fenomenológicas. **Revista latino-americana de enfermagem**. Ribeirão Preto, V. 6, N. 2, P. 29-35. 1998

KUO, T. C.; CHANG, S. H.; HUANG, S. H. Environmentally conscious design by using fuzzy multi-attribute decision-making. In **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**. V. 29, N.5-6, p. 419-425, 2006

LAGERSTEDT, J. **Functional and Environmental Factors in Early Phases of Product Development**-Eco Functional Matrix. Doctoral Thesis, Royal Institute of Technology, Machine Design, Stockholm (2003)

LAGERSTEDT, J.; LUTTROP, C.; LINDFORS, Lars-Gunnar. Functional priorities in LCA and design for environment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**. Heidelberg: Springer Berlin. V. 8, N. 3, p. 160 -166, 2003.

LOFTHOUSE, V. A. Investigation into the Role of Core Industrial Designers in Ecodesign Projects. **Design Studies**. V.25, p. 215-227, 2004

LOFTHOUSE, V.A. Ecodesign tools for designers: defining the requirements. **Journal of Cleaner Production**, V. 14, p. 1386-1395, 2006

LUTTROP, C.; LAGERSTEDT, J. Ecodesign and the ten golden rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. In **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1396-1408, 2006.

MACHADO, P. A. L. **Meio Ambiente** - As 17 Leis Ambientais do Brasil. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/17leisamb.htm>>, Acessado em: 20 de setembro de 2010.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002.

MICHAELIS. **Dicionário online.** Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/> , Acessado em: 3 de março de 2010.

MICHAELIS. **Dicionário online.** Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/> , Acessado em: 3 de março de 2011.

ONO, M. M. Desafios do design na mudança da cultura de consumo. Anais do 1º Simpósio Paranaense de Design Sustentável (I SPDS). **Anais**, Curitiba, 2009.

PEREIRA, A. F. Da sustentabilidade ambiental e da complexidade sistêmica no design industrial de produtos. In: **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 37-61, 2003

PIGOSSO, Daniela C. **A. Integração de Métodos e Ferramentas do Ecodesign ao Processo de Desenvolvimento de Produtos.** 2008. 295 f. Relatório Científico (Iniciação Científica) – Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, 2008

PODLASEK, C. L.; CASAGRANDE Jr., E. F.; AGUDELO, L. P. P. Um Panorama do Design e do Desenvolvimento Sustentável como Elementos de Inovação para a Indústria no Brasil. 3º Congresso Internacional de Pesquisa em Design. In **Anais**: Rio de Janeiro, 2005. 1CD-ROM.

RAMOS, J.; SELL, I. Estratégias e procedimentos para redução de impactos ambientais através do Design. Congresso P&D Design 2002, 1º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. **Anais**, Brasília, 2002. 1 CD-ROM

RAUPP, F. M.; BEUREN, U. M. Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências Sociais. In: **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade.** Organizadora: Use Maria Beuren. São Paulo: Atlas, 2003.

RIBEIRO, P. M. M. **Desenvolvimento de mobiliário infantil de exterior numa óptica de ecodesign** - Projecto AMOPLAY. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2009

RICHARD, I. **Lula sanciona Política Nacional dos Resíduos Sólidos.** Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,lula-sanciona-politica->

nacional-dos-residuos-solidos,589456,0.htm>, Acessado em 20 de setembro de 2010.

RITZÉN, S., BESKOW, C. Actions for integrating environmental Aspects into product development”. in **The Journal of Sustainable Product Design**, Vol. 1, p. 91-102, 2002.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.A.; SILVA, S. ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SHERWIN, C. Design and sustainability: A discussion paper based on personal experience and observations. **The Journal of Sustainable Product Design**. V. 4, N. 1-4, 2004

SOARES, M. A. R. **Biomimetismo e Ecodesign**: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2008

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 1947.

TISCHNER, U. **Design for Sustainability of Products and Services**. Econcept. S/D

TUKKER, A.; JANSEN, B. Environmental impacts of products: a detailed review of studies. In **The Journal of Industrial Ecology**. Massachusetts: The MIT Press, 2006. Vol. 10, N. 3, p. 159 – 182.

VAN DER LINDEN, J. C. de S.; LACERDA, A. P. de; AGUIAR, J. P. O. de. A evolução dos métodos projetuais. Congresso P&D Design 2010, 9º Congresso Internacional de Pesquisa em Design. **Anais**, São Paulo, 2010.

VARŽINSKAS, V.; GURAUSKIENE, I.; PIPINYTE, L.. Improvement in enviromental performance of vapour compression refrigeration system by the model for environmental product development. In **Environmental research, engineering and management** = Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba. ISSN 1392-1649. nr. 2(40), p. 59–69, 2007

VERCALSTEREN, A. Integrating the Ecodesign Concept in Small and Medium-size Enterprises: Experiences in the Flemish Region of Belgium. **Enviromental Management and Health**. V. 12, p. 347 -355, 2001

VERDONSCHOT, P. F. M. Integrated ecological assessment methods as a basis for sustainable catchment management. **In Hydrobiologia** V. 422/423 p. 389–412, 2000

VEZZOLI, C. **System design for sustainability**: theory, methods and tools for a sustainable “satisfaction-system” design. Milano: Maggiori Editori, 2007.

WALKER, S.; DORSA E. Making Design Work: Sustainability, Product Design and Social Equity. **in Journal of Sustainable product Design**. Vol. 1, 2002.

YIN, R. K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. Trad. Daniel Grassi. 3. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – FERRAMENTAS LEVATADAS POR PIGOSSO (2008)

ABC Analysis
ATROiD EcoDesign Tool
Design Guidelines for Renewable Energy Powered Products
DfE Matrix
Dominance Matrix or Paired Comparison
Eco-Compass technique
Eco-design Matrix
Ecodesign strategy wheel
Ecodesign Web
Eco-Kit
Eco-material evaluation diagram
Econcept Spiderweb**
Eco-Products and Environmental Efficiency
Ecoquest
ECO-track
EIAtrack
EIME software
End-of-life Design Adviser tool (ELDA)
Environmental Design Industrial Template (EDIT)
Environmental Design Strategy Matrix (EDSM)
Environmental Design Support Tool (EDST)
Environmental quality function deployment (EQFD)
EPP (Environmentally Preferred Product) Design tool
Factor X Tool 2001
Green Design Advisor
Information/Inspiration web-based tool
Life Cycle Design Structure Matrix (LC-DSM)
LIME method
MECO Matrix
MET Matrix
Method to Assess the Adaptability of Products (MAAP)
Method to Grasp the Corporate Profit Contribution Rate of Eco-friendly Products
Packaging Impact Quick Evaluation Tool (PIQET)
Philips Fast Five Awareness
Product Improvement Matrix
Recyclability evaluation method
Remanufacturing Guideline
Simple Additive Weighting (SAW) Method
Multi-Attribute Decision-Making (MADM)
Strategy List
The Eco-Function Matrix
The Environmentally Responsible Product Assessment Matrix (ERPA)
The Morphological Box

The Ten Golden Rules
Volvo´s Black, Gray and White Lists [carros]
Eco-Cathedra
EcoDesign Checklist

APÊNDICE B – MATRIZ DE SELEÇÃO DE FERRAMENTAS

Origem dos dados obtidos na Pesquisa-Ação	Entrevista Estruturada 1 (Apêndice E)														Checklist (Apêndice D)	Checklist (Apêndice C)			
Critérios	Tipos de Resultado			Tipos de Procedimentos					Dados de Entrada		Dados de Saída		Consumo de Tempo		Custo		Experiência Prévia Requerida	Etapa do PDP	
Nome da Ferramenta	Recomendações	Análise	Comparação	Checklists	Guidelines	Matrizes	Softwares	Diagrama	Dados de Entrada Qualitativos	Dados de Entrada Quantitativos	Dados de Saída Qualitativos	Dados de Saída Quantitativos	Baixo Consumo de Tempo	Alto Consumo de Tempo	Alto Custo	Baixo Custo	Experiência Prévia Alta	Experiência Prévia Baixa	Inserção no contexto do PDP
10 Regras de Ouro	X	X			X				X		X		X			X	X		Abrange todas as fases do PDP
Análise ABC		X	X			X			X		X		X			X	X		Principalmente escolha de materiais (projeto detalhado).
Assistente para um Design Verde			X					X	X	X	X			X		X	X		Projeto Detalhado
Checklist do EcoDesign	X	X		X					X		X			X		X		X	Projetos Informacional e Conceitual
Diagrama de Avaliação dos Eco-Materiais			X					X	X		X		X			X		X	Projetos Conceitual e Detalhado
Eco-Cathedra	X						X		X		X		X			X		X	Durante todo o PDP
Eco-Compasso			X					X	X	X	X		X				X		Avaliação do produto pronto
Information/Inspiration	X						X		X	X	X		X			X		X	Durante todo o PDP

Lista Estratégica do EcoDesign	X	X			X				X		X		X			X		X	Conceitual
Matriz DfE	X	X	X			X			X	X		X	X			X		X	Durante todo o PDP
Matriz do Eco-design			X			X			X	X		X		X		X	X		Projetos Informacional e Conceitual
Matriz EcoFuncional			X	X	X	X			X	X		X		X		X		X	Projetos Informacional, Conceitual e Detalhado
Matriz MECO		X	X			X			X	X		X		X		X	X		Projetos Conceitual e Detalhado
Matriz MET	X	X				X			X	X		X	X			X		X	Projetos Informacional, Conceitual e Detalhado
Roda Estratégica do Ecodesign	X	X	X		X			X	X		X		X			X	X		Durante todo o PDP

APÊNDICE C – CHECKLIST DE IDENTIFICAÇÃO DAS ETAPAS DO PDP:

Neste checklist estão apresentadas as macro-fases (em azul), fases (amarelo) e atividades (verde). Como exemplificação foram apresentadas as atividades da fase de Planejamento Estratégico de Produtos, porém, existem atividades para todas as outras fases.

Macro-fases / fases /atividades	Checagem	Entradas	Saídas
Pré-desenvolvimento			
Planejamento Estratégico de Produtos			
Definir escopo da revisão do Plano Estratégico de Negócios (PEN)		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Corporação Plano estratégico da unidade de negócios Lista de membros do time de planejamento estratégico de produtos	Declaração de escopo de mudança no PEN
Planejar atividades para a revisão do PEN		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Corporação Plano estratégico da unidade de negócios Declaração de escopo da revisão do PEN	Cronograma de atividades Agenda de discussões e decisões Lista de recursos necessários Plano de comunicação Plano de riscos
Consolidar Informações sobre tecnologia e mercado		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Corporação Plano estratégico da unidade de negócios Declaração de escopo da revisão do PEN	Dados de fontes secundárias de tecnologia e mercado Dados de fontes primárias de tecnologia e mercado

		Plano de revisão do PEN	
Revisar o PEN		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Corporação Plano estratégico da unidade de negócios Dados de fontes secundárias de tecnologia e mercado Dados de fontes primárias de tecnologia e mercado	Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Corporação Plano estratégico da unidade de negócios (revisado)
Analisar o Portfólio de Produtos da Empresa		Plano estratégico de Negócios (PEN) Plano estratégico da Corporação Plano estratégico da unidade de negócios Portfólio de produtos (atual)	Portfólio de produtos (revisado) Lista de idéias
Propor mudanças no portfólio de produtos		Portfólio de produtos (revisado) Lista de idéias	Portfólio de produtos Minuta de projeto
Verificar viabilidade do portfólio de produtos		Portfólio de produtos (aprovado) Minuta de projeto	Portfólio de produtos (aprovado) Minuta de projeto
Decidir início do planejamento de um produto do portfólio		Portfólio de produtos (aprovado) Minuta de projeto	Minuta de projeto (aprovada)
Planejamento do Projeto			
Desenvolvimento			
Projeto Informacional / Informational Design			
Projeto Conceitual / Conceptual Design			
Projeto Detalhado / Detailed Design			

APÊNDICE D – CHECKLIST DE IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE EXPERIÊNCIA PRÁTICA DOS PRECEITOS DA DIMENSÃO AMBIENTAL DO DESIGN SUSTENTÁVEL

Estratégias	Diretrizes	Requisitos	Checagem
Minimização de recursos	Minimizar recursos na pré-produção e produção	Minimizar o conteúdo material do produto	
		Minimizar desperdícios e resíduos	
		Minimizar o consumo de materiais durante o desenvolvimento do produto	
		Otimizar o consumo de energia durante a pré-produção e produção	
		Minimizar o consumo de energia durante o desenvolvimento do produto	
	Minimizar recursos na distribuição	Minimizar a embalagem	
		Minimizar transporte e estocagem	
	Minimizar recursos durante o uso	Escolher o material com melhor consumo	
		Escolher materiais com consumo variável	
		Adotar sistemas de consumo de energia flexíveis	
Seleção de processos e recursos de menor impacto	Selecionar materiais e recursos de menor impacto	Minimizar o perigo e a toxicidade dos materiais	
		Reduzir a energia, toxicidade e perigo dos recursos	
	Selecionar recursos renováveis e bio-compatíveis	Otimizar a biocompatibilidade e conservação dos materiais	
		Otimizar a biocompatibilidade e conservação dos recursos energéticos	
Otimização do ciclo de vida do produto	Aumentar a durabilidade	Projetar a duração adequada	
		Aumentar a confiança no produto	

		Facilitar atualização e adaptabilidade	
		Simplificar a manutenção	
		Facilitar reparos	
		Projetar o reuso	
		Facilitar a refabricação	
	Intensificar o uso	Intensificar o uso	
Extensão da vida dos materiais	Estender a vida dos materiais	Adotar reciclagem em efeito cascata	
		Selecionar materiais com reciclagem eficiente	
		Facilitar o recolhimento e o transporte após o uso	
		Identificar os materiais	
		Minimizar o número de materiais incompatíveis	
		Facilitar a separação de materiais incompatíveis	
		Facilitar a limpeza	
		Facilitar a combustão	
		Facilitar a compostagem	
Facilitar a desmontagem	Minimizar e simplificar as operações de desmontagem e separação	Usar sistemas de junção removíveis	
		No caso de sistemas de junção permanente, facilitar a extração	
		Projetar tecnologias e equipamentos específicos para desmontagem destrutiva	

APÊNDICE E – ENTREVISTA ESTRUTURADA 1 (CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO):

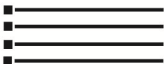

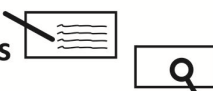




1. Como deve proceder a ferramenta (Guideline, Matriz, Checklist, Software, Diagrama de Teia)?
2. Que tipo de resultados são esperados com a aplicação da ferramenta (recomendações, análise, comparação)?
3. Qual a necessidade quanto ao tempo de execução?
4. Qual o requisito quanto aos custos para execução?
5. Qual a necessidade quanto aos dados de entrada (qualitativos ou quantitativos)?
6. Qual a necessidade quanto aos dados de saída (qualitativos ou quantitativos)?

APÊNDICE F – ENTREVISTA ESTRUTURADA 2 (AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA):

1. A ferramenta procedeu conforme o esperado (respondeu aos critérios corretamente)?
2. Os resultados foram satisfatórios?
3. Quais os pontos positivos da aplicação da ferramenta?
4. Quais os pontos negativos da aplicação da ferramenta?
5. Você alteraria a ferramenta? Caso a resposta seja positiva, o que você modificaria?

APÊNDICE G – FICHAS TÉCNICAS DAS FERRAMENTAS APLICADAS

10 Regras de Ouro

Tipo de procedimento Guideline 	Dados de entrada Qualitativo 
Tipo de Resultado Recomendações Análise 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução 10 a 15 minutos 	Experiência Prévia Requerida Alto 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Todas

Recomendações de Uso:

Antes de iniciar a aplicação da ferramenta, podem-se organizar as regras por prioridade das ações, assim como identificar as que não se aplicam ao projeto.

Podem-se utilizar as 10 regras como um ponto de partida para o desenvolvimento de requisitos; ou checar se os requisitos foram considerados.

Apresentação da Ferramenta:

Apresenta um resumo de estratégias e linhas guia em forma de 10 regras, que buscam melhorar o desempenho ambiental de um determinado produto [1], [3], [4]. Sua utilização em cada empresa específica, pode requerer adaptações, isto é, considerações a respeito das diretrizes, de acordo com a estratégia. As Dez Regras de Ouro são [2], [3]:

1. Não utilize substâncias tóxicas e, quando necessário, utilize ciclos fechados para as tóxicas (o que é descartado deve ser utilizado novamente);
2. Minimizar o consumo de energia e recursos na fase de produção e transporte através de uma avaliação no sistema produtivo;
3. Use características estruturais e materiais de alta qualidade para minimizar o peso dos produtos desde que não haja interferência na flexibilidade, resistência a impactos ou outras prioridades funcionais;

4. Minimize o consumo de energia e recursos na fase de uso, especialmente para produtos com impactos ambientais mais significativos nessa fase;
5. Promova reparos e atualizações, especialmente para produtos dependentes de sistemas, como celulares, computadores e *Cd players*;
6. Promova vida longa, especialmente para produtos que promovem menor impacto ambiental durante a fase de uso;
7. Invista em melhores materiais, tratamentos de superfície ou arranjos estruturais para proteger o produto de sujeira, corrosão e desgaste, assegurando, dessa forma, maior vida útil ao produto;
8. Permita atualizações, reparos e reciclagem através da facilitação de acesso, identificação das partes, modulação, pontos de ruptura e manuais;
9. Promova a atualização, reparo e reciclagem através do uso de materiais simples, reciclados, não utilize materiais misturados (blendas) ou ligas, além de diminuir a variabilidade dos mesmos;
10. Use a menor quantidade possível de elementos de junção ou utilize junções reversíveis como: parafusos, adesivos, soldas, parafusos de pressão, travas geométricas, etc., de acordo com o cenário de ciclo de vida.

Referências:

[1] BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. **Journal of Cleaner Production**. V. 14, p. 1420-1430, 2006

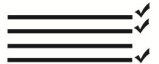
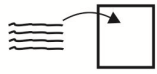
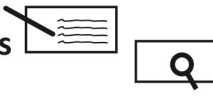
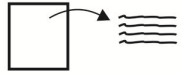



[2] LUTTROPP, C. **10 Golden Rules in EcoDesign**. KTH Machine Design. Sweden. S.d.

[3] LUTTROPP, C.; LAGERSTEDT, J. EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. **The Journal of Cleaner Production**. V. 14, p. 1396-1408, 2006.

[4] PIGOSSO, D. C. A. **Integração de Métodos e Ferramentas do Ecodesign ao Processo de Desenvolvimento de Produtos**. 2008. 295 f. Relatório

Científico (Iniciação Científica) – Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, 2008

Checklist do EcoDesign

Tipo de procedimento Checklist 	Dados de entrada Qualitativo 
Tipo de Resultado Recomendações Análise 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução 20 a 25 minutos 	Experiência Prévia Requerida Baixo 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Projeto informacional, conceitual

Recomendações de Uso:

Mesmo apresentando-se como *checklist*, pode-se adaptar a ferramenta para aplicação como *guideline*, através de mudanças no tempo verbal, adaptando os questionamentos para recomendações.

Apresentação da ferramenta:

A *checklist* ajuda a identificar os principais problemas ambientais ao longo do ciclo de vida do produto; pode ser utilizada para avaliar se as soluções geradas são satisfatórias em relação aos requisitos definidos [1]. O uso da *checklist* tem grande importância durante o desenvolvimento do produto pois permite a checagem relativa a melhorias do desempenho ambiental sob diversos aspectos.

A Checklist do EcoDesign lista questões e requisitos ambientais relevantes para todo o ciclo de vida do produto, permitindo a integração desses aspectos no projeto.

A idéia do projeto conduz às especificações de produtos, integrando os aspectos ambientais como: o consumo de energia máximo permitido, o uso de juntas desmontáveis, número máximo permitido de diferentes materiais, a exigência de que todo material seja reciclável , etc [2].

Abaixo pode ser vista a Checklist do EcoDesign proposta por Charter e Tischner (2001):

	Aplicado	Não Aplicado	Não se aplica
EXTRAÇÃO E SELEÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA			
Minimização da entrada (input) de materiais			
Minimização da entrada (input) de energia			
Minimização do uso da terra (extração de matéria-prima e produção)			
Evitar a entrada (input) ou emissão de substâncias perigosas			
Evitar emissões (transporte)			
Minimizar o desperdício; reciclar os materiais			
Optar por matéria-prima local			
Uso de matéria-prima renovável produzidas por métodos sustentáveis			
Uso de substâncias socialmente aceitáveis que não representam perigos para a saúde			
Uso de material reciclado			
PRODUÇÃO			
Minimização da entrada (input) de materiais			
Minimização da entrada (input) de energia			
Minimização do uso da terra (extração de matéria-prima e produção)			
Evitar a entrada (input) ou emissão de substâncias perigosas			
Evitar emissões (processos de acabamento)			
Minimização de desperdícios na pré-produção, reciclar os materiais			
Optar por fornecedores locais ao longo de toda cadeia de fornecedores			
Minimizar a embalagem			
Uso de materiais auxiliares renováveis produzidos por métodos sustentáveis			
Uso de substâncias socialmente aceitáveis que não representam perigos para a saúde			
USO/SERVIÇO			
Criação de benefícios para o cliente			
Design correspondente ao público-alvo			
Minimização de reclamações e devoluções			
Manter disponibilidade de serviços			
<u>Estratégias a serem discutidas</u>			
a) (Estratégia 1) Design para longevidade			
Design atemporal			
Garantia de longa vida			
Robusto, resistente ao uso			
Facilita reparos e manutenções			
Possibilidades de combinações			
Variabilidade, multifuncionalidade			

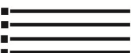
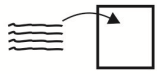
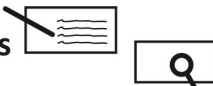
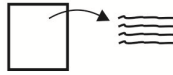



Possibilidade de reuso e uso compartilhado			
Possibilita a atualização para uma tecnologia melhor			
Ou			
b) (Estratégia 2) Design de produtos de vida curta			
Design da moda			
Design de produtos retornáveis (devem ser retomados)			
Design para reciclagem			
Design para eliminação ambientalmente favorável (compostagem)			
Design compreensível ao usuário			
Design de funções auto-controláveis e otimizáveis			
Resistente a sujeira, ou fácil de limpar			
Minimização do consumo de materiais ou energia durante o uso			
Evitar uso ou emissão de substâncias perigosas			
RE-USO/RECICLAGEM (CICLOS FECHADOS DE MATÉRIA E ENERGIA)			
Estratégia de reciclagem local			
Garantia de retorno local			
Reuso do produto completo (segunda mão, reciclagem em cascata)			
Reciclagem de componentes (atualizações, reuso de componentes)			
Reciclagem dos materiais			
Desmontagem dos produtos			
Separabilidade de diferentes materiais			
Baixo número de diferentes materiais			
Menor quantidade de material e energia requeridos para reuso ou reciclagem			
ELIMINAÇÃO FINAL			
Materiais compostáveis (ciclo biológico fechado)			
Características de combustão – caso haja liberação de substâncias tóxicas, ou, os diferentes aspectos de liberação de energia de cada material			
Considerar aspectos ambientais no descarte			

Referências:

[1] BYGGETH, S., HOCHSCHORNER, E. Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. **Journal of Cleaner Production**. V. 14, p. 1420-1430, 2006

[2] CHARTER, M.; TISCHNER, U. (Eds.). **Sustainable Solutions: developing products and services for the future**. Sheriffield: Greenleaf Publishing, 2001.

Lista de Estratégias do EcoDesign

Tipo de procedimento Guideline 	Dados de entrada Qualitativo 
Tipo de Resultado Recomendações Análise 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução 15 a 20 minutos 	Experiência Prévia Requerida Alto 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Projeto conceitual

Recomendações de Uso:

Nas etapas de determinação de requisitos, a ferramenta pode auxiliar na elaboração dos mesmos. Para esta etapa, recomenda-se a utilização dos requisitos em forma de sugestões.

Nas fases de análise de conceitos, a ferramenta auxilia analisar se os mesmos atingiram os requisitos apresentados. Para estas fases, recomenda-se uma adaptação à ferramenta, para que a mesma apresente-se como *checklist*, deve-se colocar o tempo verbal no passado e apresentar espaços para checagem de: “aplicado”, “não aplicado” e “não se aplica”.

Apresentação da Ferramenta:

Apresenta uma lista de estratégias para o desenvolvimento de produtos com a possibilidade de diminuição de impactos [1].

1. Design para a inovação

- Repensar o modo de fornecer o benefício. Por exemplo, satisfazer a necessidade através de prestação de serviços (um tipo de desmaterialização), ou fornecer produtos compartilhados
- Integrar o produto para atender às necessidades previstas por produtos associados
- Antecipar a mudança tecnológica e desenvolver a flexibilidade

- Promover um Design que imita a natureza (biomimetismo)
- Use os organismos vivos no produto

2. Design de baixo impacto de materiais

- Evite materiais que promovam impacto na saúde humana e ecológica e esgotamento de recursos
- Use o mínimo de materiais
- Use recursos facilmente renováveis
- Use materiais reutilizados ou reciclados
- Uso de resíduos derivados
- Use mais materiais que tenham sido bastante testados

3. Design para a fabricação otimizada

- Design para a facilidade de controle de qualidade da produção
- Minimizar a produção de resíduos
- Minimizar energia na produção
- Minimizar o número de métodos de produção e operações
- Minimizar o número de componentes / materiais

4. Design para uma distribuição eficiente

- Reduzir o peso do produto e das embalagens
- Uso de embalagens reutilizáveis ou recicláveis
- Use um sistema de transporte eficiente
- Use produção e montagem locais

5. Design de baixo impacto para uso

- Reduzir a ineficiência do consumo de energia
- Reduzir a ineficiência do consumo de água
- Reduzir a ineficiência do uso de material
- Minimizar as emissões / integrar fontes mais limpas de energia
- Integrar fontes de energia renováveis

6. Design para o ciclo de vida otimizado

- Projetar a partir dos desejos do usuário para que o mesmo cuide dos produtos por um longo prazo. Por exemplo, os produtos cujo design promove

um valor sentimental e que melhoram com a idade, que são considerados preciosos e duráveis

- Projetar para durabilidade
- Design para facilitar a manutenção e reparos
- Projetar para facilitar as atualizações / melhorias
- Design para uma segunda vida com uma função diferente
- Criar design ou moda atemporais

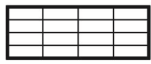
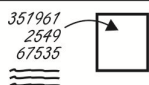
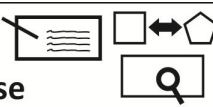
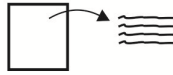



7. Design para fim-de-vida otimizado

- Proporcionar / integrar métodos de recolha de produtos
- Proporcionar facilidade de desmontagem
- Proporcionar reciclagem de materiais ou reciclagem em ciclo fechado
- Promover o uso de materiais em cascata
- Projetar o reuso, ou "próxima vida do produto"
- Promover a reutilização de componentes
- Faça biodegradável
- Use materiais recicláveis
- Promover uma eliminação segura

Referências:

[1] IDSA – INDUSTRIAL DESIGN SOCIETY OF AMERICA. **Okala Ecological Design**: Course Guide. 2005

Matriz DfE

Tipo de procedimento Matriz 	Dados de entrada Quantitativo e Qualitativo 
Tipo de Resultado Recomendações, Compação, Análise 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução 25 a 30 minutos 	Experiência Prévia Requerida Baixo 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Todas

Recomendações de Uso:

Para que a aplicação seja mais proveitosa, recomenda-se que o produto a ser analisado já possua detalhamento técnico, pois existem pontos que necessitam de dados mais concretos a respeito.

Caso não haja um detalhamento técnico completo, a aplicação da ferramenta requer uma análise prévia para observação de pontos não aplicáveis.

Apresentação da ferramenta:

A Design for Environment Matrix (Matriz do Design para o Ambiente) é uma ferramenta desenvolvida para avaliação dos aspectos ambientais de um produto ao longo do seu ciclo de vida. Os aspectos ambientais considerados são agrupados nas colunas em: materiais, energia, resíduos sólidos, líquidos e gasosos. As fases do ciclo de vida representam as linhas: pré-manufatura, manufatura, distribuição e embalagem, uso e manutenção e fim de vida.

						Total
Etapas do ciclo de vida	1 Materiais	2 Energia	3 Resíduos Sólidos	4 Resíduos Líquidos	5 Resíduos Gasosos	
A Pré-manufatura	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	
B Manufatura	B.1	B.2	B.3	B.4	B.5	
C Distribuição e Embalagem	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	

D Uso e Manutenção	D.1	D.2	D.3	D.4	D.5	
E Fim de vida	E.1	E.2	E.3	E.4	E.5	
Total						

TABELA: DfE Matrix

FONTE: Adaptado de Yarwood & Eagan (1998)

Para o preenchimento da matriz são utilizadas questões, as quais darão as pontuações necessárias para a avaliação. As fases com menor pontuação darão as indicações de onde estão os maiores impactos, necessitando, desta forma, de uma maior atenção dos projetistas.

Os resultados obtidos pela aplicação do método podem ser utilizados para um produto existente, com um novo conceito, ou para a comparação entre alternativas de projeto, sendo complementar aos parâmetros econômicos, de valor do cliente e de viabilidade técnica, que também devem ser avaliados (YARWOOD, EAGAN, 1998).

Para o preenchimento da matriz:

- 1) Informações de uma pesquisa com os fornecedores de componentes e matérias-primas são utilizadas para responder as questões referentes aos elementos de A.1 a A.5. Se você preferir não entrevistar os seus fornecedores, ou deseja fazê-lo posteriormente, inicie com as questões a partir do elemento B1;
- 2) Responda as demais perguntas com “sim” ou “não”. Se a resposta for “sim”, circule o número de pontos da coluna “sim” para esta questão. Se a resposta for “não”, circule o valor 0 (zero) para esta questão. Caso esta questão não se aplique para o seu produto ou caso o seu produto não apresente impacto nessa área, responda “sim”.
- 3) Para cada elemento da matriz, determine uma pontuação de 0 a 5 através da adição entre os valores circulados de acordo com as respostas. Escreva este valor no espaço correspondente na matriz.
- 4) Some as pontuações de cada coluna da matriz (relacionadas aos aspectos ambientais) e preencha a linha de total correspondente com o total calculado. Some as pontuações de cada linha da matriz (relacionadas às fases do ciclo

de vida) e preencha a coluna de total correspondente com o total calculado. Estas pontuações permitirão avaliar a(s) fase(s) ou o (s) aspecto(s) ambiental(is) de maior impacto

- 5) Some os valores da coluna e da linha correspondentes ao total. A soma deve ser a mesma. Coloque este valor no elemento da matriz correspondente, na parte inferior à direita. Esta pontuação permite uma comparação entre diferentes produtos.

As questões são apresentadas abaixo:

A – Pré-manufatura

A.1: Pré-manufatura X Materiais

Qual percentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui um Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA) em andamento?

0% ou desconhecido = 0 pontos

1 a 5% = 2 pontos

6 a 25% = 3 pontos

26 a 50% = 4 pontos

>50% = 5 pontos

A.2: Pré-manufatura X Consumo de Energia

Qual percentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui práticas de conservação de energia formais em andamento?

1 a 5% = 2 pontos

6 a 25% = 3 pontos

26 a 50% = 4 pontos

>50% = 5 pontos

A.3: Pré-manufatura X Resíduos Sólidos

Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui ISO 9000 ou ISO 14000 em andamento ou regularmente publicam relatórios ambientais da empresa?

1 a 5% = 2 pontos

6 a 25% = 3 pontos

26 a 50% = 4 pontos

>50% = 5 pontos

A.4: Pré-manufatura X Efluentes Líquidos

Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa para este produto ou componente possui um programa de conservação da água?

1 a 5% = 2 pontos

6 a 25% = 3 pontos

26 a 50% = 4 pontos

>50% = 5 pontos

A.5: Pré-manufatura X Emissões Gasosas

Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa para este produto ou componente possui um programa formal em andamento para a minimização das emissões gasosas?

1 a 5% = 2 pontos

6 a 25% = 3 pontos

26 a 50% = 4 pontos

>50% = 5 pontos

B – Manufatura

B.1 Manufatura X Materiais

Para esse produto ou componente:	Sim	Não
1. O uso de materiais recicláveis no seu produto é o maior possível?	1	0
2. Os materiais perigosos foram evitados ou mimizados?	2	0
3. A quantidade de material utilizado foi minimizado?	1	0
4. O número de tipos de materiais que são usados foi minimizado?	1	0

Pontos Totais para o Elemento B1 da Matriz

B.2 Manufatura X Consumo de Energia

Para esse produto ou componente:	Sim	Não
1. O processo de manufatura minimiza o uso intensivo de energia dos processos?	2	0
2. Os processos de manufatura usam co-geração. troca de calor ou outras técnicas para utilizar a energia desperdiçada?	2	0
3. O transporte entre a manufatura e os pontos de montagem são mínimos?	1	0

Pontos Totais para o Elemento B2 da Matriz

B.3 Manufatura X Resíduos Sólidos

Para esse produto ou componente:	Sim	Não
1. A perda de materiais foi minimizada e o reuso otimizado ao máximo durante a manufatura?	1	0
2. Os fornecedores de matéria-prima e componentes foram contactados para encorajá-los a minimizar as quantidades e tipos de embalagem dos seus produtos?	1	0
3. Sua empresa maximizou as oportunidades de reusar e reduzir	1	0

os resíduos de embalagem quando os componentes são transportados entre as instalações?

4. A introdução intencional de todo chumbo, cádmio, mercúrio e cromo hex valente foi evitada?	2	0
---	---	---

Pontos Totais para o Elemento B3 da Matriz

B.4: Manufatura X Efluentes Líquidos

Para a manufatura desse produto ou componente: Sim Não

1. Foram investigadas alternativas para os solventes e óleos tóxicos usados?	2	0
2. As oportunidades para captura e reuso dos sub-produtos líquidos gerados durante o processo de manufatura foram maximizadas?	1	0
3. A geração de poluentes da água foram evitadas ou minimizadas?	2	0

Pontos Totais para o Elemento B4 da Matriz

B.5: Manufatura X Emissões Gasosas

Para a manufatura desse produto ou componente: Sim Não

1. A geração de gases que causam o aquecimento global e a destruição da camada de ozônio foram evitados?	2	0
2. A geração de poluentes do ar perigosos foram evitados durante o processo de manufatura?	2	0
3. O uso de solventes, tintas e adesivos com altas taxas de evaporação de compostos orgânicos voláteis foram eliminados ou minimizados?	1	0

Pontos Totais para o Elemento B5 da Matriz

C — Distribuição e Embalagem

C.1: Distribuição e Embalagem X Materiais

Para esse produto ou componente:	Sim	Não
1. As opções de embalagens reusáveis para transporte foram exploradas para a distribuição entre as instalações da empresa?	1	0
2. As opções de embalagens reusáveis para transporte foram exploradas para a distribuição entre a empresa e seus fornecedores?	2	0
3. Materiais reciclados são usados nas embalagens para transporte e entrega do produto?	1	0
4. Materiais recicláveis são usados nas embalagens para transporte e entrega do produto?	1	0
5. O número de diferentes tipos de materiais usados na embalagem foram minimizados?	1	0

Pontos Totais para o Elemento C1 da Matriz

C.2: Distribuição e Embalagem X Consumo de Energia

Para esse produto ou componente:	Sim	Não
O material usado para a embalagem é ao mesmo tempo reusável e possui o menor volume e peso possível, mantendo as funções de transporte e embalagem final?	5	0

Pontos Totais para o Elemento C2 da Matriz

C.3: Distribuição e Embalagem X Resíduos Sólidos

Para esse produto ou componente:	Sim	Não
1. A embalagem foi desenvolvida para fácil separação entre os materiais, possibilitando o reuso e a reciclagem?	1	0
2. Os tipos de embalagem comumente usadas são recicladas?	2	0

- | | | |
|---|---|---|
| 3. Os materiais da embalagem são claramente marcados e facilmente identificados por tipo de material? | 2 | 0 |
|---|---|---|

Pontos Totais para o Elemento C3 da Matriz

C.4: Distribuição e Embalagem X Efluentes Líquidos

Para esse produto ou componente:	Sim	Não
----------------------------------	-----	-----

- | | | |
|--|---|---|
| 1. A máxima prevenção quanto ao vazamento de líquidos perigosos durante o transporte foi tomada? | 5 | 0 |
|--|---|---|

Pontos Totais para o Elemento C4 da Matriz

C.5: Distribuição e Embalagem X Emissões Gasosas

Para esse produto ou componente:	Sim	Não
----------------------------------	-----	-----

- | | | |
|---|---|---|
| 1. As embalagens para transporte e consumo não contém polímeros clorados ou plásticos que possam produzir emissões gasosas perigosas caso incineradas abaixas temperaturas? | 3 | 0 |
| 2. A embalagens não contém retardantes bromados de inflamabilidade que possam produzir emissões se incineradas a baixas temperaturas? | 2 | 0 |

Pontos Totais para o Elemento C5 da Matriz

D – Uso do Produto e Manutenção

D.1: Uso do Produto e Manutenção X Materiais

Para esse produto ou componente:	Sim	Não
----------------------------------	-----	-----

- | | | |
|---|---|---|
| 1. O produto ou componente é facilmente desmontado para atualização, reparo ou reuso? | 1 | 0 |
| 2. As partes deste produto ou componente estão prontamente disponíveis para o reparo? | 1 | 0 |

- | | | |
|---|---|---|
| 3. As barreiras potenciais para a reciclagem, como uso de aditivos, tratamentos metálicos em plásticos, aplicação de pinturas no plástico ou o uso de materiais de composição desconhecidas foram evitadas? | 2 | 0 |
| 4. Os plásticos utilizados estão claramente identificados por tipo de resina? | 1 | 0 |

Pontos Totais para o Elemento D1 da Matriz

D.2: Uso do Produto e Manutenção X Consumo de Energia

- | | | |
|--|-----|-----|
| Para esse produto ou componente: | Sim | Não |
| 1. O design do produto possibilita o mínimo consumo de energia durante o uso do produto? | 2 | 0 |
| 2. Esse produto ou componente pode ter um ajuste de energia baseada na intensidade de atividade? | 3 | 0 |

Pontos Totais para o Elemento D2 da Matriz

D.3: Uso do Produto e Manutenção X Resíduos Sólidos

- | | | |
|---|-----|-----|
| Para esse produto ou componente: | Sim | Não |
| 1. O design do produto evita o uso de componentes descartáveis como baterias e cartuchos? | 1 | 0 |
| 2. Os elementos de ligação utilizados, como pregos e prendedores por pressão, possuem o mesmo tipo de cabeça? O uso de adesivos e soldas foram evitados para partes unidas de forma a facilitar a desmontagem, reparo, reuso ou reciclagem? | 2 | 0 |
| 3. O produto foi desenvolvido de forma a ser facilmente reparado e ou atualizado preferencialmente do que substituído totalmente? | 2 | 0 |

Pontos Totais para o Elemento D3 da Matriz

D.4: Uso do Produto e Manutenção X Efluentes Líquidos

Para esse produto ou componente: Sim Não

- | | | |
|--|---|---|
| 1. O uso dos produtos evita a liberação de substâncias conhecidas por serem poluentes da água? | 5 | 0 |
|--|---|---|

Pontos Totais para o Elemento D4 da Matriz

D.5: Uso do Produto e Manutenção X Emissões Gasosas

Para esse produto ou componente: Sim Não

- | | | |
|---|---|---|
| 1. A emissão de poluentes perigosos do ar foi evitada durante o uso e manutenção do produto? | 2 | 0 |
| 2. A emissão de gases que causam o aquecimento global e a destruição da camada de ozônio foi evitada durante o uso e manutenção do produto? | 3 | 0 |

Pontos Totais para o Elemento D5 da Matriz

E – Fim de vida

E.1: Fim de Vida X Materiais

Para esse produto ou componente: Sim Não

- | | | |
|--|---|---|
| 1. Os materiais são facilmente reusados ou comumente reciclados? | 1 | 0 |
| 2. Os materiais são de fácil separação e identificação por tipo? | 1 | 0 |
| 3. Os materiais utilizados não precisam ser dispostos como resíduos perigosos? | 1 | 0 |
| 4. A introdução intencional de chumbo, cádmio, mercúrio e cromo hexavalente nos materiais do produto foram evitadas? | 2 | 0 |

Pontos Totais para o Elemento E1 da Matriz

E.2: Fim de Vida X Consumo de Energia

Para esse produto ou componente: Sim Não

1. As partes de plástico e fibras podem ser seguramente utilizadas para geração de energia, como na incineração? 2 0

2. Não existem materiais perigosos que precisem ser transportados como resíduos perigosos para aterros industriais? 3 0

Pontos Totais para o Elemento E2 da Matriz

E.3: Fim de Vida X Resíduos Sólidos

Para esse produto ou componente: Sim Não

1. Existe infra-estrutura interna ou externa à empresa para recuperar reciclar os resíduos sólidos? 2 0

2. O design do produto evita a ligação entre diferentes materiais que possam dificultar a sua separação? 3 0

Pontos Totais para o Elemento E3 da Matriz

E.4: Fim de Vida X Efluentes Líquidos

Para esse produto ou componente: Sim Não

1. O produto foi desenvolvido de forma a recuperar líquidos perigosos problemáticos durante a sua desmontagem? 5 0

Pontos Totais para o Elemento E4 da Matriz

E.5: Fim de Vida X Emissões Gasosas

Para esse produto ou componente: Sim Não

1. A liberação de substâncias que causam a destruição da camada de 2 0

ozônio e ou o aquecimento global foram evitadas durante a disposição final do produto ou componente?

- | | | |
|--|---|---|
| 2. Os gases contidos no produto podem ser recuperados durante a
desmontagem pra que não sejam perdidos? | 1 | 0 |
| 3. A liberação de substâncias poluentes do ar foi evitada durante a
disposição final deste produto ou componente? | 2 | 0 |


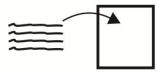
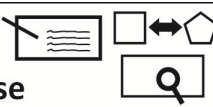
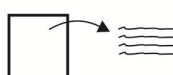



Pontos Totais para o Elemento E5 da Matriz

Referências:

YARWOOD, J. M.; EAGAN, P. D. **Design for the Environment Toolkit: A Competitive Edge for the Future**, Minnesota, USA, 1998.

PIGOSSO, D. C. A. **Integração de Métodos e Ferramentas do Ecodesign ao Processo de Desenvolvimento de Produtos**. 2008. 295 f. Relatório Científico (Iniciação Científica) – Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, 2008

Roda Estratégica do EcoDesign

Tipo de procedimento Guideline Diagrama 	Dados de entrada Qualitativo 
Tipo de Resultado Recomendações, Compação, Análise 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução 15 a 20 minutos 	Experiência Prévia Requerida Alto 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Todas

Recomendações de Uso:

Durante as etapas de determinação de requisitos, a ferramenta pode ser utilizada para auxiliar na elaboração dos mesmos, assim como priorizar ações.

Nas fases de análise de conceitos, a ferramenta auxilia – graficamente – a analisar se as prioridades determinadas anteriormente foram atingidas, assim como comparar os conceitos entre si.

Apresentação da Ferramenta:

A Roda Estratégica do EcoDesign apresenta uma visão do potencial para melhoria ambiental, quando analisando um produto existente, no desenvolvimento de um novo, ou no redesign. São dispostas oito estratégias de melhorias: seleção de materiais de baixo impacto; redução do uso de materiais; otimização das técnicas de produção; otimização da distribuição; redução de impacto durante o uso; otimização do tempo de vida; otimização do fim de vida; e desenvolvimento de novos conceitos [2],[3],[5].

Essas oito estratégias são, ainda, divididas em quatro categorias, também de acordo com o nível de abordagem: Nível dos Componentes do Produto; Nível da Estrutura do Produto; Nível de Sistema/Produto; e Desenvolvimento de um Novo Conceito. As estratégias são apresentadas numa roda numerada e seguem uma hierarquia iniciando com as fases iniciais do processo, até as fases finais da vida do

produto [1],[4]. Desta forma, as ações podem ser priorizadas e linhas guia são apresentadas de acordo com cada estratégia.

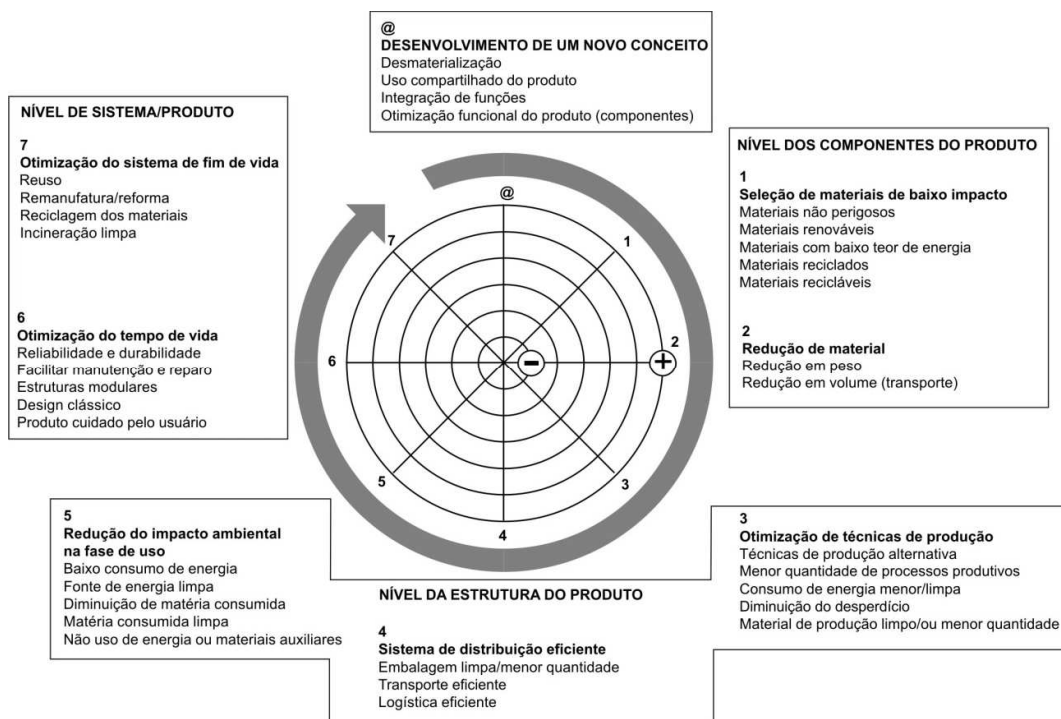


Figura: EcoDesign Strategy Wheel

Fonte: Adaptado de [1],[5]

Existe, ainda, uma escala de prioridades – quanto mais próximo ao centro, menor a consideração/importância – na qual pode ser feita a análise do produto existente ou dadas as prioridades para o novo produto, já tendo em mente as estratégias e linhas guia relativas à intenção do projeto.

Referências:

[1] BRAS, B. Incorporating Environmental Issues. in **Product Realization**. Industry and Environment, United Nations UNEP/IE, V. 20, p. 7-13, 1997

[2] BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. **Journal of Cleaner Production**. V. 14, p. 1420-1430, 2006

[3] DIEHL, J. C.; CRUL, M. R. M. ; BIJMA, A. Ecodesign in Central America, ecodesign methodology: product improvement tool (PIT). **Journal of sustainable product design**. Vol. 1, n. 3, p. 197-205, 2002

[4] TUCKER, N.; JOHNSON, M. **Low Environmental Impact Polymers**. UK: Rapra Technology, 2004.

[5] VAN HEMEL, C.; CRAMER, J. Barriers and stimuli for ecodesign in SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. 5, p. 439-453, 2002

APÊNDICE H – FICHAS TÉCNICAS DAS FERRAMENTAS CADASTRADAS

Material 1											
Material 2											
Material 3											

Quadro: Matriz para ABC Analysis

Fonte: Adaptado de Schaltegger (et al., 2002)


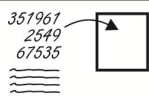





Desta forma, os materiais são classificados pela ordem de prioridade ABC, e, de acordo com a quantidade de classificações, o elemento é categorizado. Por exemplo: se o “Material 1” recebe, dentro dos critérios, mais vezes a classificação A, então sua categoria é A.

Assim, os materiais podem ser categorizados e priorizados quanto a necessidade de mudança [1].

Referências:

[1] SCHALTEGGER, S.; HERZIG, C.; KLEIBER, D.; MÜLLER, J. **Sustainability Management in Business Enterprises** – Concepts and Instruments for Sustainable Organisation Development. The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Bonn, 2002.

Assistente para um Design Verde

Tipo de procedimento Diagrama 	Dados de entrada Quantitativo e Qualitativo 
Tipo de Resultado Comparação 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução Lenta 	Experiência Prévia Requerida Alto 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Projeto detalhado

Apresentação da ferramenta:

Tem sua análise baseada em oito parâmetros: número de materiais, massa, conteúdo material reciclado, reciclabilidade, toxicidade, uso de energia, tempo de desmontagem e custos para descarte (SUN, et al., 2003).

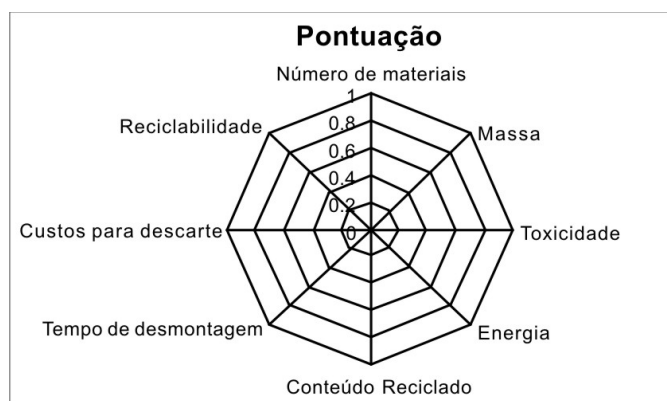


FIGURA: Assistente para um Design Verde

FONTE: Adaptado de PFAHL (2002)


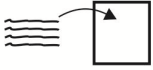

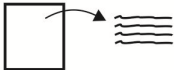



O Assistente para um Design Verde, desta forma, identifica os pontos fracos e direciona melhorias (SUN, et al., 2003). Sendo utilizado como ferramenta para comparação entre produtos, desta forma, o produto existente é analisado quanto aos problemas existentes e, o novo conceito é sobreposto ao mesmo percebendo-se as melhorias (PFAHL, 2002).

Referências:

PFAHL, R. C. Journey to a Sustainable World. **Proceedings of National Electronics Manufacuturing Initiative (NEMI) Take-Back & Recycling Forum**, Louisville, Colorado, 2002.

SUN, J; HAN, B.; EKWARO-OSIRE, S.; ZHANG, H. Design for environment: methodologies, tools and implementation. **In Journal of Integrated Design and Processes Science**. V. 7; N.1, p. 59-75, 2003.

Diagrama de Avaliação dos Eco-Materiais

Tipo de procedimento Diagrama 	Dados de entrada Qualitativo 
Tipo de Resultado Comparação 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução Rápida 	Experiência Prévia Requerida Baixo 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Projeto conceitual, detalhado

Apresentação da Ferramenta:

A ferramenta objetiva uma avaliação qualitativa dos materiais a partir da utilização de um diagrama com 8 critérios. Dentre estes critérios, 4 possuem uma visão da aplicação do design, e os outros 4 possuem uma perspectiva ambiental [1].

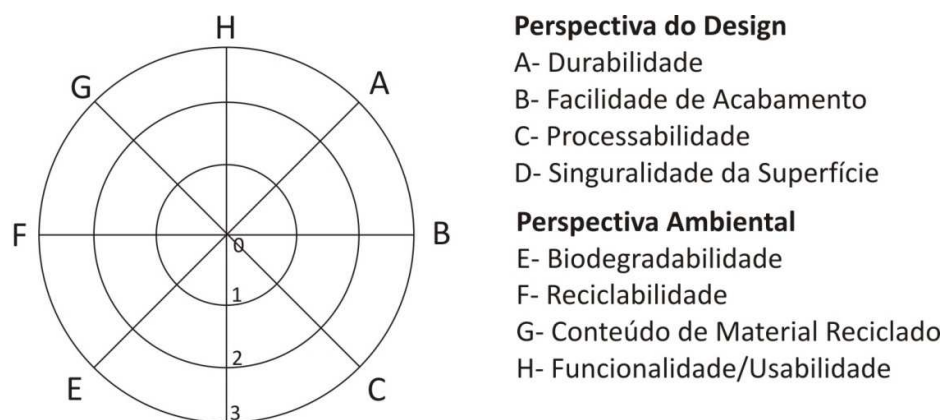


FIGURA: Diagrama de Avaliação dos Eco-Materiais

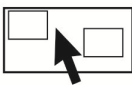
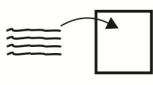

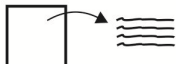



FONTE: Adaptado de YANAGISAWA (et al., 2003)

A avaliação é feita de forma comparativa, um material convencional é selecionado e ao mesmo é atribuída pontuação 2 em todos os critérios. O material que se quer avaliar é, então, comparado ao anterior, quando o atributo é melhor, pontua-se 3, quando pior, pontua-se 1.

Referências:

[1] YANAGISAWA, H.; MASUDA, F.; SUZUKI, K.; SUZUKI, M. Analysis on the potential of Eco-materials from the Design Perspective. In **Proceedings of EcoDesign 2003**. 2003

Eco-Cathedra

Tipo de procedimento Software 	Dados de entrada Qualitativo 
Tipo de Resultado Recomendações 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução Rápida 	Experiência Prévia Requerida Baixo 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Todas

Apresentação da ferramenta:

O Eco-Cathedra é um software de livre acesso e possui uma base de dados a respeito de exemplos de produtos que respondem a algum tipo de requisito ambiental. Este software tem bastante importância durante todo o processo de desenvolvimento do produto, pois os designers têm uma necessidade de fontes de exemplos, para auxiliar o processo criativo.


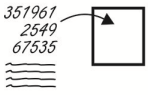

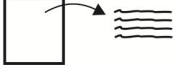



O software apresenta estratégias, as quais levam às linhas guias e, de forma mais detalhada, requisitos, para alcançar as estratégias. Navegando por esses menus podem ser encontrados os exemplos de produtos.

Nas informações sobre os produtos, existem diversas informações como fabricante, designer, país de origem, entre outros, mas em destaque há uma descrição das características que levam o produto a encaixar-se no contexto de minimização de impacto, servindo como fonte de inspiração.

Referências:

Eco-Cathedra. Disponível em:
<<http://www.design.ufpr.br/nucleo/index.php?site=downloads/ecocathedra.htm>>,
acessado em 15 de janeiro de 2010

Eco-Compasso

Tipo de procedimento Diagrama 	Dados de entrada Quantitativo e Qualitativo 
Tipo de Resultado Comparação 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução Rápida 	Experiência Prévia Requerida Alto 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Avaliação do Produto

Apresentação da ferramenta:

Utilizada para comparar dois produtos existentes ou um produto existente com um conceito. Busca a avaliação a partir de seis dimensões: duas mais direcionadas ao ambiente – potencial de risco para saúde e ambiente e conservação de recursos; e quatro ligadas aos negócios, mas também possuindo significância ambiental –intensidade de massa, intensidade de energia, revalorização e extensão de serviço; todos considerando o ciclo de vida total do produto [1],[2].



Figura: Eco-Compasso

Fonte: Adaptado de [2]

- 1) Intensidade de massa: representa o consumo de material aliado a quantidade de massa de encargos associados;
- 2) Intensidade de energia: toda energia consumida pelo produto;
- 3) Potenciais de risco para saúde e ambiente: impactos ambientais e à saúde associados ao produto;

- 4) Revalorização: analisa a facilidade em remanufatura, reuso e reciclagem do produto;
- 5) Conservação de recursos: conservação de material e energia;
- 6) Extensão de serviço: mede a possibilidade de extensão de serviços para produto.

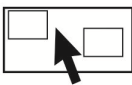
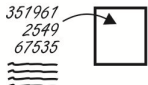

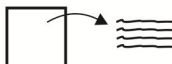



Para o uso do Eco-Compasso um produto é utilizado como base, e o mesmo é colocado como referência com pontuação 2 em todas as categorias. O produto que será avaliado é então comparado ao anterior pontuando-se de forma relativa ao anterior, com pontuação de 0 a 5.

Referências:

[1] SUN, J; HAN, B.; EKWARO-OSIRE, S.; ZHANG, H. Design for environment: methodologies, tools and implementation. **In Journal of Integrated Design and Processes Science**. V. 7; N.1, p. 59-75, 2003.

[2] YAN, P. T.; ZHOU, M. C.; SEBASTIAN, D. Multi-lifecycle product and process development: Selection of optimal production, usage, and recovery processes. **Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment**, IEEE, pp. 274-279, 1999

Information/Inspiration

Tipo de procedimento Software 	Dados de entrada Quantitativo e Qualitativo 
Tipo de Resultado Recomendações 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução Rápida 	Experiência Prévia Requerida Baixo 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Todas

Apresentação da ferramenta:

Esta ferramenta corresponde a um site - <http://www.informationinspiration.org.uk/> - no qual podem ser encontradas diversas informações de auxílio ao designer durante o processo de desenvolvimento de um produto ecológico. Pode – deve – ser utilizado durante todo o processo criativo, auxiliando o mesmo. As informações contidas no site vão desde informações técnicas de materiais, legislações e conceitos, a exemplos de produtos que sirvam de inspiração.

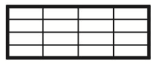
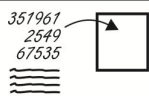

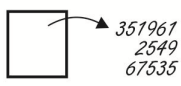



Apresenta informações de material, estratégias de distribuição, uso, otimização da vida, preocupação com fim de vida, além de informações sobre outras ferramentas do design de auxílio à criatividade ou para comparação de produtos.

Podem ser também encontrados exemplos, divididos em categorias como eletro-eletrônicos, embalagens, móveis, conceitos, entre outros.

Referências:

Information/Inspiration. Disponível em:
 <<http://www.informationinspiration.org.uk/>>, Acessado em 10 de novembro de 2009

Matriz do Eco-Design

Tipo de procedimento Matriz 	Dados de entrada Quantitativo e Qualitativo 
Tipo de Resultado Comparação 	Dados de saída Quantitativo 
Tempo de execução Lenta 	Experiência Prévia Requerida Alto 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Projeto informacional, conceitual

Apresentação da ferramenta:

É uma ferramenta de auxílio no processo de criação, ajudando a comparação entre diferentes alternativas segundo os benefícios atingidos.

	Benefícios				Viabilidades	
Opções verdes	Ambientais	Negócios	Clientes	Social	Técnica	Financeira
Alternativa 1						
Alternativa 2						
Alternativa n						

QUADRO: Matriz do Eco-design

FONTE: Adaptado de Stevels (2002)

Os benefícios são classificados de acordo com três categorias: tangível – menos recursos; intangíveis – de fácil produção e operação, divertido, melhor conformidade; e percepções e emoções – melhor imagem, boa sensação. (STEVELS, 2000)


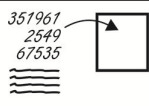

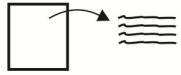



Quanto às viabilidades, a técnica diz respeito a análises físicas, químicas, recursos despendidos em pesquisa e desenvolvimento, assim como aspectos industriais. Já a viabilidade financeira responde ao investimento necessário e o tempo de retorno (STEVELS, 2000).

Referências:

STEVELS, A. L. N. Green Marketing of Consumer Electronics. **Proceedings of EGG**, Reichl, H. and Griesse, H. Berlin. p. 539-544, 2000

STEVELS, A. Five ways to be green and profitable. **The Journal of Sustainable Product Design** V 1, p. 81-89. Kluwer Academic Publishers. Holanda: 2002

Matriz Eco-Funcional

Tipo de procedimento Guideline, Matriz, Checklist 	Dados de entrada Quantitativo e Qualitativo 
Tipo de Resultado Comparação 	Dados de saída Qualitativo 
Tempo de execução Lenta 	Experiência Prévia Requerida Baixo 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Projeto informacional, conceitual, detalhado

Apresentação da ferramenta:

Esta matriz pretende o estabelecimento de uma plataforma de comunicação para prioridades funcionais e impactos ambientais; combinando os perfis ambientais e funcionais e permitindo a visualização da relação entre estes (LAGERSTEDT, 2003).

Tipo de Produto:			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Descrição Funcional:																				
		Valor																		
Perfil Funcional	A) Vida Útil																			
	B) Tempo de Uso																			
	C) Confiança																			
	D) Segurança																			
	E) Homem/Máquina																			
	F) Economia																			
	G) Flexibilidade Técnica																			
	H) Demanda Ambiental																			
Perfil Ambiental	k) Número de Produtos/Ano																			
	L) Tamanho																			
	M) Número de diferentes Materiais																			
	N) Mistura de Materiais																			
	O) Materiais Raros																			
	P) Materiais Tóxicos																			
	Q) Energia																			
	R) Fontes de Energia																			

FIGURA: Eco-Function Matrix

FONTE: Adaptado de Pigosso (2008) e Lagerstedt (2003)

O perfil funcional descreve e avalia propriedades, áreas e atividades que estão associadas com a funcionalidade do produto e a sua viabilidade comercial. Enquanto o perfil ambiental inclui tempo de vida útil, tempo de uso, segurança, interação homem/máquina, economia, flexibilidade técnica, demanda ambiental e confiabilidade (PIGOSSO, 2008).

Para cada uma das categorias há uma pergunta, e a esta é atribuído um valor (coluna presente na matriz) entre 0 e 10. Nos quadros devem ser identificadas (com x) as relações entre os pontos tanto internos de cada perfil – funcional e ambiental – assim como as relações entre as características de cada perfil. Os pontos críticos são aqueles que possuem grande valor (acima de 5) e, ainda maior, quando duas categorias de alto valor são relacionadas (PIGOSSO, 2008).

As questões para preenchimento da matriz são (PIGOSSO, 2008; LAGERSTEDT, 2003):

Perfil Funcional

O valor atribuído a cada categoria (de 0 a 10) é baseado no propósito e no campo de aplicação do produto e deve ser independente de todo e qualquer impacto ambiental.

As categorias funcionais representam diferentes tipos de propriedades e áreas de responsabilidade para a funcionalidade de um produto e a sua viabilidade comercial. Todas as categorias são avaliadas qualitativamente, indicando a sua importância relativa.

- a) Tempo de vida útil do produto – Qual é o tempo de vida útil esperado para o produto?
 - 0 a 3: tempo de vida útil curto, geralmente produtos descartáveis;
 - 4 a 6: tempo de vida útil significativo, inclui os bens de consumo;
 - 7 a 10: tempo de vida útil dominante.
- b) Tempo de uso do produto – Qual é o tempo de uso esperado para o produto?
 - 0 a 3: produtos usados por pouco tempo;
 - 4 a 6: produtos com tempo de uso significante;
 - 7 a 10: produtos com tempo de uso expressivo.

- c) Confiabilidade do produto – Quão importante é para o produto que a sua função seja satisfeita completamente?
0 a 3: não há grande importância se a função do produto não for atingida prontamente;
4 a 6: a confiabilidade do produto é importante, mas não crucial;
7 a 10: é essencial para o usuário e para a sociedade que a função principal do produto seja atingida quando necessário.
- d) Segurança – Quão importante é a segurança do produto?
0 a 3: produtos que não são perigosos para o homem;
4 a 6: a segurança do produto é importante, mas não crucial;
7 a 10: a quebra ou o mau-funcionamento do produto pode levar à morte do usuário ou a acidentes graves.
- e) Interação Homem/Máquina – Qual é a interação homem/máquina esperada para o produto?
0 a 3: a interação homem/máquina é de baixa importância;
4 a 6: há interação do produto o usuário;
7 a 10: o produto existe principalmente pela sua estética e ergonomia.
- f) Economia – Qual é a sensibilidade da venda do produto em relação ao seu preço?
0 a 3: a venda do produto é independente do preço;
4 a 6: a venda do produto é dependente do seu preço;
7 a 10: a venda do produto é extremamente sensível ao seu preço.
- g) Flexibilidade Técnica – Quão fortes são as demandas de flexibilidade técnica do produto?
0 a 3: o produto não é dependente de manutenção ou atualização;
4 a 6: a manutenção e atualização são importantes para o produto;
7 a 10: a manutenção e a atualização do produto são muito importantes.
- h) Demanda Ambiental - Quão fortes são as demandas ambientais do produto?

0 a 3: as demandas ambientais são nulas ou muito baixas e a taxa de reciclagem é mínima;

4 a 6: as demandas ambientais são importantes;

7 a 10: as demandas ambientais são tão importantes que caracterizam o produto.

Perfil Ambiental

O Perfil Ambiental identifica como o produto é caracterizado ambientalmente por meio da avaliação física dos seus atributos associadas ao impacto ambiental do produto. Os atributos foram selecionados de forma que sejam comumente conhecidos entre os desenvolvedores de produtos, que possam ser identificados nas fases iniciais do desenvolvimento e que possam ser logicamente relacionadas ao consumo de recursos e materiais e às categoriais funcionais do Perfil Funcional. As categorias são pontuadas de forma semi-quantitativa com valores de 0 a 10.

k) Número de produtos produzidos por ano – Qual é a produção esperada de produtos por ano?

0: menos de 10 produtos;

1: 10 a 100 produtos;

2: 100 a 1000 produtos;

3: 1.000 a 5.000 produtos;

4: 5.000 a 10.000 produtos;

5: 10.000 a 50.000 produtos;

6: 50.000 a 100.000 produtos;

7: 100.000 a 500.000 produtos;

8: 500.000 a 1 milhão de produtos;

9: 1 a 5 milhões de produtos;

10: mais de 5 milhões de produtos.

l) Tamanho (peso/volume) – Qual é o peso do produto?

0: menos que 1g;

1: 1 a 10g;

2: 10g a 1kg;

3: 1 a 5kg;

4: 5 a 20kg;

5: 20 a 100kg;

6: 100 a 500kg;

7: 500kg a 1,5ton.;

8: 1,5 a 20ton;

9: 20 a 100ton;

10: mais que 100ton.

m) Número de materiais diferentes – Qual é o número esperado de diferentes materiais no produto?

0: 1 material único;

1: 2 materiais diferentes;

2: 3 materiais diferentes;

3: 4 materiais diferentes;

4: 5 materiais diferentes, sendo a maioria de fácil identificação;

5: 5 a 10 materiais diferentes, sendo a maioria de fácil identificação e alguns não;

6: 10 a 15 materiais diferentes, sendo a maioria de fácil identificação e alguns não;

7: 15 a 20 materiais diferentes, sendo a maior parte não facilmente identificável;

8: 20 a 25 materiais diferentes, sendo a maior parte não facilmente identificável;

9: mais de 25 materiais diferentes, sendo a maior parte não facilmente identificável.

n) Mistura de materiais – Qual é a mistura de materiais esperada no produto?

0: Produtos de material único que não precisa ser separado;

1: materiais são facilmente separáveis;

2: materiais ainda são puros e de fácil separação, mas pode precisar de instruções de desmontagem;

3: materiais de fácil separação, mas demandam tempo e necessitam de informações para desmontagem;

4: a desmontagem não é realizada facilmente, algumas ferramentas ou informações extras são necessárias;

5: a separação do material requer ferramentas e informações extras;

6: conhecimentos sobre a desmontagem do produto e ferramentas são necessários;

7: bons conhecimentos sobre a desmontagem do produto, diferentes informações, informações adicionais e ferramentas são necessários;

8: a desmontagem e separação do material requerem empresas certificadas;

9: a desmontagem e a separação requerem grande conhecimento da tecnologia de separação;

10: pode não ser possível desmontar o material e muitos materiais não podem ser separados.

o) Materiais Escassos – Quão raros são os materiais utilizados no produto?

0: materiais escassos não são usados;

1 a 3: poucos materiais escassos são usados, mas nenhum deles é extremamente raro;

4 a 5: um material corresponde a menos de 4ppm na crosta terrestre e é usado como elemento traço;

6 a 7: alguns (2 a 3) materiais raros são usados como elementos traço e os seus efeitos no ambiente e na saúde não são completamente conhecidos;

8 a 9: alguns (3 a 5) materiais raros são usados e o produto pode conter outros materiais raros;

10: muitos materiais extremamente raros são usados, e eles são de difícil contagem; a toxicidade desses materiais ainda não é conhecida.

p) Material Tóxico – Quantos materiais tóxicos diferentes serão utilizados?

0: materiais tóxicos não são utilizados (não fazem parte das listas negras e cinzas);

1 a 3: alguns materiais da lista cinza são utilizados;

4 a 5: pelo menos um material da lista negra é utilizado e alguns da lista cinza;

6 a 7: materiais da lista negra são utilizados e alguns da lista cinza;

8 a 9: pelo menos um material muito tóxico para a saúde e para o meio ambiente é utilizado;

10: muitos materiais muito tóxicos para a saúde e para o meio ambiente são utilizados.

q) Consumo de Energia na fase de uso – Qual é o consumo de energia pelo produto esperado em um ano?

0: menos de 1Wh/ano;

1: 1 a 10 Wh/ano;

2: 10 a 100 Wh/ano;

3: 100 a 1000 Wh/ano;

4: 1 a 100 kWh/ano;

5: 100 a 1000 kWh/ano;

6: 1 a 10 MWh/ano;

7: 10 a 100 MWh/ano;

8: 100 a 1000 MWh/ano;

9: 1 GWh/ano a 1 TWh/ano;

10: mais de 1TWh/ano.

r) Impacto Ambiental da Fonte de Energia – Quão impactantes são as fontes de energia utilizadas durante o uso do produto?

0 a 2: produtos que não consomem energia ou utilizam fontes de energia renováveis;

3 a 5: a fonte de energia utilizada para a fase de uso causa um impacto ambiental significativo;

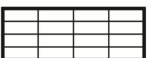
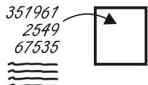
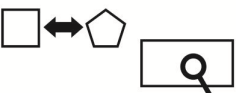
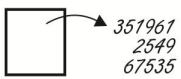



6 a 10: a fonte de energia utilizada na fase de uso é não renovável e causa um impacto ambiental dominante.

Referências:

LAGERSTEDT, J. **Functional and Environmental Factors in Early Phases of Product Development**-Eco Functional Matrix. Doctoral Thesis, Royal Institute of Technology, Machine Design, Stockholm (2003)

PIGOSSO, D. C. **A. Integração de Métodos e Ferramentas do Ecodesign ao Processo de Desenvolvimento de Produtos**. 2008. 295 f. Relatório Científico (Iniciação Científica) – Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, 2008

Matriz MECO

Tipo de procedimento Matriz 	Dados de entrada Quantitativo e Qualitativo 
Tipo de Resultado Comparação e Análise 	Dados de saída Quantitativo 
Tempo de execução Lenta 	Experiência Prévia Requerida Alto 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Projeto conceitual, detalhado

Recomendações de Uso:

Necessita de dados concretos em relação ao tipo de materiais utilizados no produto desenvolvido.

Apresentação da ferramenta:

Para realização da análise, a matriz divide os princípios em quatro categorias: *Materials*, *Energy*, *Chemical*, *Others* (materiais, energia, químicos, outros), que podem ser responsáveis pelos impactos. Essas quatro categorias são confrontadas com as fases do ciclo de vida (HOCHSCHORNER & FINNVEDEN, 2003), como pode ser visto no quadro X.

	Material	Manufatura	Uso	Descarte	Transporte
1 Materiais					
a) Quantidade					
b) Fonte					
2 Energia					
a) Primária					
b) Fonte					
3 Químicos					
4 Outros					

QUADRO: Meco-Matrix

FONTE: Adaptado de HOCHSCHORNER & FINNVEDEN (2003)

A categoria Materiais abrange todos os materiais utilizados na produção, o uso e manutenção. Materiais que passam por reciclagem ou são reutilizados entram na coluna descarte, com valor negativo.

A linha Energia representa toda energia utilizada durante o ciclo de vida do produto.

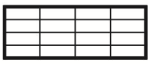
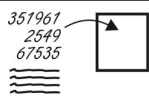
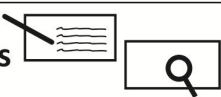
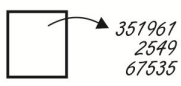



Para comparação entre os dados, os mesmos devem ser apresentados em reservapessoal (RP). 1 (uma) unidade de RP representa o consumo de uma pessoa relativo a quantidade de reserva daquele recurso.

A categoria Químicos representa toda substância química utilizada no ciclo de vida. E a categoria Outros, todo impacto que não se encaixar nas categorias anteriores.

Referências:

HOCHSCHORNER, E., FINNVEDEN, G. Evaluation of two simplified life cycle assessment methods. In **Journal of Life Cycle Assessment**. p.119 – 128, 2003.

Matriz MET

Tipo de procedimento Matriz 	Dados de entrada Quantitativo e Qualitativo 
Tipo de Resultado Recomendações Análise 	Dados de saída Quantitativo 
Tempo de execução Rápida 	Experiência Prévia Requerida Baixo 
Custo Baixo 	Etapas do PDP passíveis de inserção Projeto informacional, conceitual, detalhado

Recomendações de Uso:

Necessita de dados concretos em relação ao tipo de materiais utilizados no produto desenvolvido.

Apresentação da ferramenta:

A Matriz MET foi desenvolvida para auxiliar os designers a compreenderem os problemas ambientais associados aos produtos que estão projetando. A matriz divide os impactos em três áreas Materiais, Energia e Toxicidade – MET (BHAMRA & LOFTHOUSE, 2007).

Etapas do ciclo de vida/impactos		Materiais (inputs/outputs)	Energia (inputs/outputs)	Emissões Tóxicas
Produção e compra de materiais e componentes				
Produção				
Distribuição				
Uso	Operação (utilização)			
	Serviços (manutenção)			
Fim de vida	Recuperação			
	Descarte			

QUADRO: Matriz MET

FONTE: Adaptado de Bhamra & Lofthouse (2007)

A análise do produto tem início com a entrada dos materiais – e devem ser feitas anotações a respeito dos impactos relacionados aos mesmos –, que fazem parte do produto em si, ou que tenham sido utilizados durante alguma das fases do ciclo de vida – como no caso de uma copiadora, em que se consideram o papel e o toner (BHAMRA & LOFTHOUSE, 2007).

A coluna de energia deve quantificar a energia consumida em cada etapa do ciclo de vida. A coluna de emissões tóxicas deve relacionar todas as emissões para a terra, água ou ar.

Desta forma a ferramenta pode auxiliar no entendimento qualitativo dos possíveis problemas ambientais, assim como, com um aprofundamento do preenchimento e dados mais concretos, uma avaliação quantitativa dos impactos. Com esses dados é possível analisar um produto e reconhecer os pontos de maior impacto (BHAMRA & LOFTHOUSE, 2007).

Referências:

BHAMRA, T.; LOFTHOUSE, V. **Design for sustainability** - a practical approach, Hampshire: Gower, 2007

APÊNDICE I – COMPETÊNCIAS

O conceito de competência compreende “a capacidade de saber agir num contexto profissional, de forma responsável e legitimada, através da mobilização, integração e transferência de conhecimentos, habilidades e capacidades em geral” (RUAS, 2000, p.6); além de representar uma forma eficiente da aplicação do saber (conhecimentos), saber-ser (atitudes) e saber-fazer (habilidades) (VIDOTTO, 2009).

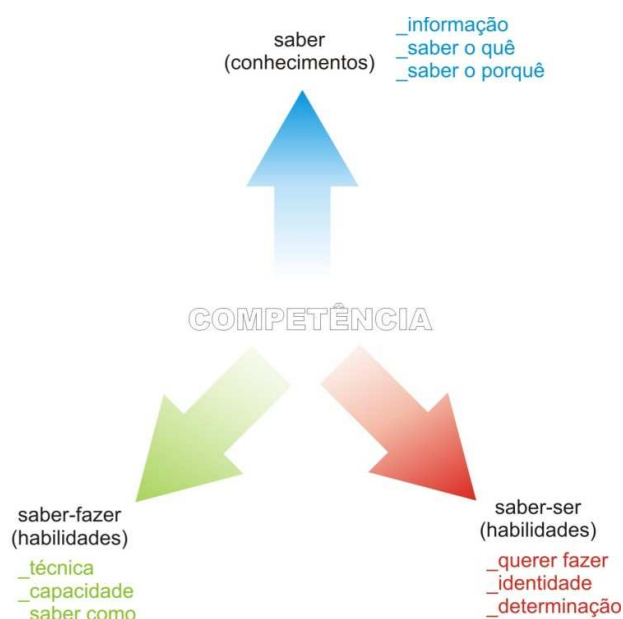


FIGURA: gráfico das competências

FONTE: Adaptado de BRANDÃO & GUIMARÃES (2002)

São esses conceitos de saber, saber-ser e saber-fazer, que podem relacionar-se a pesquisa na avaliação dos resultados. Relacionando às características descritas por Echeveste (et al., 1999): o saber representa os conhecimentos, um conjunto de informações que instrumentalizam os indivíduos para o desempenho de determinadas atividades; o saber-ser representa a atitude, uma predisposição, a postura, a maneira de agir com relação a determinada atividade; por fim, o saber-fazer, envolve as habilidades, aptidões e capacidades.

Desta forma, a avaliação quanto ao modelo de referência, será colocada sobre três bases, das quais pretende-se identificar:

O saber – pretende descobrir se os envolvidos no projeto já possuem um conhecimento prévio a respeito da sustentabilidade ambiental; e, caso contrário, se,

após a aplicação e a utilização das ferramentas esse conhecimento foi de fato apreendido, ou quanto foi apreendido;

O saber-ser – pretende descobrir a viabilidade de aplicação do modelo diante das habilidades da equipe de projeto;

O saber-fazer – pretende descobrir a predisposição dos participantes quanto ao uso de ferramentas específicas inseridas no processo de desenvolvimento de produtos.

Desta forma, poderão ser obtidas informações que auxiliem o desenvolvimento de modelos de referência inseridos num contexto da sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

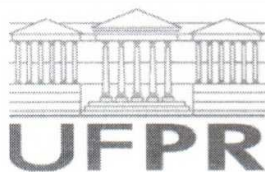
BRANDÃO, H. P.; GUIMARÃES, T. de A. Gestão de competências e gestão de desempenho. In: WOOD JR. T. **Gestão empresarial: o fator humano**. São Paulo: Atlas, p. 55-70, 2002.

ECHEVESTE, S.; VIEIRA, B.; VIANA, D.; TREZ, G.; PANOSSO, C.1999. Perfil do Executivo no Mercado Globalizado. **Revista de Administração de Empresa**, V. 3, n.2, p. 167-186, 1999

RUAS, R. A atividade gerencial no século XXI e a formação de gestores: alguns nexos pouco explorados. **Revista Eletrônica de Administração**. Porto Alegre, v. 06, n. 03, 2000

VIDOTTO, L. S. **Avaliação dos Recursos das Competências do Gerente de Produção da Construção Civil na Região Metropolitana de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) Curso de Pós-Graduação em Construção Civil, do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

APÊNDICE H – TERMOS DE AUTORIZAÇÃO



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas Letras e Artes
Programa de Pós Graduação em Design
PPGDesign

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DOS DADOS E
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS

Eu ALESSANDRA MARTINS ENRICONI,
abaixo assinado, concordo em participar, voluntariamente e gratuitamente, da
pesquisa acadêmica realizada pelo aluno Nivaldo Simões Gomes, inscrito no
Programa de Pós Graduação Mestrado em Design | PPGDesign com o número
de matrícula MER20090477, no fornecimento de informações e/ou imagens
que serão parte da coleta de dados para a dissertação intitulada "Proposta de
Critérios para Seleção de Ferramentas da Dimensão Ambiental do Design
Sustentável", orientada pelo Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos, entendendo a sua
proposta e natureza. Reconheço que as informações, imagem e som por mim
fornecidos poderão ser utilizados em futuras publicações de cunho científico,
em materiais impressos e/ou digitais, de minha autoria e/ou co-autoria, bem
como de autoria e/ou co-autoria do aluno Nivaldo Simões Gomes. Autorizo o
seu uso, independentemente do número de exposições e por tempo ilimitado, por
quaisquer que sejam os meios de transmissão e tratamentos gráficos e
audiovisuais.

CURITIBA, 29 de MARÇO de 2010

Assinatura: Alessandra M. Enriconi

Nome: ALESSANDRA MARTINS ENRICONI

Endereço: R. ADELAIDE STRESSER SCHELGER, 135-B. CURITIBA-PR

CPF: 064.700.439.92



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas Letras e Artes
Programa de Pós Graduação em Design
PPGDesign

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DOS DADOS E
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS

Eu Anderson Rafael Lee Ng,
 abaixo assinado, concordo em participar, voluntariamente e gratuitamente, da
 pesquisa acadêmica realizada pelo aluno Nivaldo Simões Gomes, inscrito no
 Programa de Pós Graduação Mestrado em Design | PPGDesign com o número
 de matrícula MER20090477, no fornecimento de informações e/ou imagens
 que serão parte da coleta de dados para a dissertação intitulada "Proposta de
 Critérios para Seleção de Ferramentas da Dimensão Ambiental do Design
 Sustentável", orientada pelo Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos, entendendo a sua
 proposta e natureza. Reconheço que as informações, imagem e som por mim
 fornecidos poderão ser utilizados em futuras publicações de cunho científico,
 em materiais impressos e/ou digitais, de minha autoria e/ou co-autoria, bem
 como de autoria e/ou co-autoria do aluno Nivaldo Simões Gomes. Autorizo o
 seu uso, independentemente do número de exposições e por tempo ilimitado, por
 quaisquer que sejam os meios de transmissão e tratamentos gráficos e
 audiovisuais.

Conitiba, 31 de março de 2010

Assinatura: Anderson Rafael Lee Ng

Nome: Anderson Rafael Lee Ng

Endereço: Rua Danton Pedrosa, 415, AP-42

CPF: 037226549-98



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas Letras e Artes
Programa de Pós Graduação em Design
PPGDesign

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DOS DADOS E
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS

Eu CLAUDIA REGINA HASEGAWA ZACAR,
abaixo assinado, concordo em participar, voluntariamente e gratuitamente, da
pesquisa acadêmica realizada pelo aluno Nivaldo Simões Gomes, inscrito no
Programa de Pós Graduação Mestrado em Design | PPGDesign com o número
de matrícula MER20090477, no fornecimento de informações e/ou imagens
que serão parte da coleta de dados para a dissertação intitulada "Proposta de
Critérios para Seleção de Ferramentas da Dimensão Ambiental do Design
Sustentável", orientada pelo Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos, entendendo a sua
proposta e natureza. Reconheço que as informações, imagem e som por mim
fornecidos poderão ser utilizados em futuras publicações de cunho científico,
em materiais impressos e/ou digitais, de minha autoria e/ou co-autoria, bem
como de autoria e/ou co-autoria do aluno Nivaldo Simões Gomes. Autorizo o
seu uso, independentemente do número de exposições e por tempo ilimitado, por
quaisquer que sejam os meios de transmissão e tratamentos gráficos e
audiovisuais.

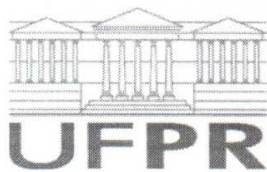
CURITIBA, 29 de MARÇO de 2010

Assinatura: Claudio Zacar

Nome: CLAUDIA REGINA HASEGAWA ZACAR

Endereço: R. EMILIANO PEREIRA, 288

CPF: 041.431.379-84



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas Letras e Artes
Programa de Pós Graduação em Design
PPGDesign

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DOS DADOS E
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS

Eu Juana Marques da Rosa,
 abaixo assinado, concordo em participar, voluntariamente e gratuitamente, da
 pesquisa acadêmica realizada pelo aluno Nivaldo Simões Gomes, inscrito no
 Programa de Pós Graduação Mestrado em Design | PPGDesign com o número
 de matrícula MER20090477, no fornecimento de informações e/ou imagens
 que serão parte da coleta de dados para a dissertação intitulada "Proposta de
 Critérios para Seleção de Ferramentas da Dimensão Ambiental do Design
 Sustentável", orientada pelo Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos, entendendo a sua
 proposta e natureza. Reconheço que as informações, imagem e som por mim
 fornecidos poderão ser utilizados em futuras publicações de cunho científico,
 em materiais impressos e/ou digitais, de minha autoria e/ou co-autoria, bem
 como de autoria e/ou co-autoria do aluno Nivaldo Simões Gomes. Autorizo o
 seu uso, independentemente do número de exposições e por tempo ilimitado, por
 quaisquer que sejam os meios de transmissão e tratamentos gráficos e
 audiovisuais.

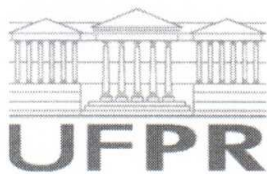
Curitiba, 13 de abril de 2010

Assinatura: Juana Marques da Rosa

Nome: Juana Marques da Rosa

Endereço: Av. Iguaçu, 2713 ap. 504

CPF: 8240030 007.085.890.06



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas Letras e Artes
Programa de Pós Graduação em Design
PPGDesign

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DOS DADOS E
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS

Eu XAIRO DA COSTA JUNIOR,
 abaixo assinado, concordo em participar, voluntariamente e gratuitamente, da
 pesquisa acadêmica realizada pelo aluno Nivaldo Simões Gomes, inscrito no
 Programa de Pós Graduação Mestrado em Design | PPGDesign com o número
 de matrícula MER20090477, no fornecimento de informações e/ou imagens
 que serão parte da coleta de dados para a dissertação intitulada "Proposta de
 Critérios para Seleção de Ferramentas da Dimensão Ambiental do Design
 Sustentável", orientada pelo Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos, entendendo a sua
 proposta e natureza. Reconheço que as informações, imagem e som por mim
 fornecidos poderão ser utilizados em futuras publicações de cunho científico,
 em materiais impressos e/ou digitais, de minha autoria e/ou co-autoria, bem
 como de autoria e/ou co-autoria do aluno Nivaldo Simões Gomes. Autorizo o
 seu uso, independentemente do número de exibições e por tempo ilimitado, por
 quaisquer que sejam os meios de transmissão e tratamentos gráficos e
 audiovisuais.

CURITIBA, 29 de MARÇO de 2010

Assinatura: _____

Nome: _____

Endereço: _____

CPF: _____



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas Letras e Artes
Programa de Pós Graduação em Design
PPGDesign

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DOS DADOS E
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS

Eu João Victor Inacio Pereira,
 abaixo assinado, concordo em participar, voluntariamente e gratuitamente, da
 pesquisa acadêmica realizada pelo aluno Nivaldo Simões Gomes, inscrito no
 Programa de Pós Graduação Mestrado em Design | PPGDesign com o número
 de matrícula MER20090477, no fornecimento de informações e/ou imagens
 que serão parte da coleta de dados para a dissertação intitulada "Proposta de
 Critérios para Seleção de Ferramentas da Dimensão Ambiental do Design
 Sustentável", orientada pelo Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos, entendendo a sua
 proposta e natureza. Reconheço que as informações, imagem e som por mim
 fornecidos poderão ser utilizados em futuras publicações de cunho científico,
 em materiais impressos e/ou digitais, de minha autoria e/ou co-autoria, bem
 como de autoria e/ou co-autoria do aluno Nivaldo Simões Gomes. Autorizo o
 seu uso, independentemente do número de exposições e por tempo ilimitado, por
 quaisquer que sejam os meios de transmissão e tratamentos gráficos e
 audiovisuais.

Curitiba, 29 de Março de 2010

Assinatura: João Victor Inacio Pereira

Nome: João Victor Inacio Pereira

Endereço: R. Prof. Assis Gonçalves, 1326/201 - Curitiba

CPF: 515.573.641-68

ESTÁGIO DA PESQUISA

CRONOGRAMA

				2009									2010					
	1º Trimestre			2º Trimestre			3º Trimestre			4º Trimestre			5º Trimestre			6º Trimestre		
Revisão Bibliográfica																		
Métodos e ferramentas do Design Sustentável			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
PDP					X	X	X	X	X	X	X	X						
Fase de Campo																		
Aplicação das ferramentas													X	X	X	X	X	
Análise das aplicações													X	X	X	X	X	X
Qualificação												X						
Correções												X	X					
Análise de resultados												X	X	X	X	X	X	X
Redação		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Defesa Final																		X
Participação em Eventos/Publicações			X				X					X			X			

ANÁLISE DAS DISCIPLINAS CURSADAS

				2009						Contribuições	Resultados
	1º Trimestre			2º Trimestre			3º Trimestre				
Design e Sustentabilidade	X	X	X							Panorama da dimensão social da sustentabilidade e desenvolvimento da visão sistêmica, contribuindo para uma visão mais completa do tema, além da dimensão ambiental.	Artigo publicado e apresentado no ISSD 2009.
Métodos de Pesquisa*	X	X	X							Definição de métodos de pesquisa, contribuindo com uma visão geral dos usos e aplicações dos mesmos.	Reelaboração do projeto de pesquisa
Fundamentos de Sistemas de Produção e Utilização*				X	X	X				Definições quanto à contribuição da sustentabilidade à gestão do design. Contribuiu com a introdução de conceitos de gestão e aprofundou conhecimentos quanto à sustentabilidade.	Artigo publicado e apresentado no P&D 2010
Seminário de Qualificação*				X	X	X				Elaboração de objetivos e estruturação da dissertação, contribuindo de forma geral para elaboração da mesma.	Elaboração de mapas mentais do projeto, ajudando visualização do mesmo.
Sustainability Marketing					X	X	X			Visões do marketing voltado à sustentabilidade, contribuindo compreender a visão da sustentabilidade sob a ótica de determinados públicos.	Artigo a ser submetido para publicação internacional.
Design Colaborativo							X	X	X	Panorama da relação entre o design e a colaboração no processo de projeção. Contribuiu para uma visão crítica quanto ao processo colaborativo.	Elaboração de ensaios a serem convertidos em publicações. Textos inseridos na dissertação.

Metodologia do Ensino Superior								X	X	X	Visão crítica do ensino e aprendizagem do design. Além da contribuição para formação docente.	Artigo publicado e apresentado no P&D 2010.
Estágio de Docência*	X	X	X	X							Panoramas da sustentabilidade ambiental e social, além da elaboração de sistemas. Contribuiu para obtenção de uma visão dos assuntos relativos além da aplicação de conhecimentos.	Elaboração de aulas expositivas, exercícios de aplicação e orientações.

*Disciplinas obrigatórias

EVENTOS E PUBLICAÇÕES

- 1º Workshop Lean Design e Design Sustentável (23 de abril de 2009)
 - Organização, monitoria e participação
- 1º Simpósio Paranaense de Design Sustentável (24 de abril de 2009)
 - Monitoria e participação
- 2º International Symposium on Sustainable Design (5 e 6 de novembro de 2009)
 - Publicação e apresentação de artigo, organização, monitoria, participação
- Workshop Design de Serviço (23 a 25 de agosto de 2010)
 - Participação
- 2º Simpósio Paranaense de Design Sustentável (7 de outubro de 2010)
 - Organização, monitoria e participação
- P&D Design 2010 (13 a 16 de outubro de 2010)
 - Publicação e apresentação de 2 artigos; participação